

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO
DEL COMPOST ELABORADO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL
DISTRITO DE SANTA LUCÍA, LAMPA, PUNO, 2025**

PRESENTADA POR:

WALKER CABANA CABANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2026



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



7.47%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 5 FEB 2026, 9:57 AM

Originality & Authorship Report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

IDENTICAL 0.73% **CHANGED TEXT** 6.74%

Report #31304393

WALKER CABANA CABANA // EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DEL COMPOST ELABORADO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA, LAMPA, PUNO, 2025 RESUMEN El presente estudio se realizó con el objetivo principal de evaluar la calidad Físico-Químico del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía durante el periodo del 2025, con enfoque cuantitativo y un diseño de la investigación no experimental con tres tratamientos T1, T2 y T3 con 500 kg de residuos para su compostaje, para posteriormente ser muestreado, analizado en laboratorio y comparado con parámetros de calidad con la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y Manual de Compostaje de la FAO para la determinación de la calidad de nuestro compost. Se monitorearon parámetros temperatura, pH y humedad por un periodo de 90 días. Observándose que el método de compostaje aplicado sí fue satisfactorio; sin embargo, al realizar los análisis de laboratorio de cada muestra obtenida de cada tratamiento, los resultados indican que de los 10 parámetros evaluados en laboratorio, solamente 03 parámetros se encuentran dentro de los valores máximos y mínimos que indican las normativas empleadas para determinación de la calidad de nuestro compost. La calidad de compost resultante se considera inadecuada, ya que el pH y otros parámetros superan los valores máximos y mínimos establecidos por las normativas empleadas para la determinación de calidad del

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO DEL COMPOST ELABORADO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN EL DISTRITO DE SANTA LUCÍA, LAMPA, PUNO, 2025

PRESENTADA POR:

WALKER CABANA CABANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:


PRESIDENTE

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

ASESOR DE TESIS

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 11 de febrero del 2026.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Julio Sergio Cabana Ali, quien con su amor, apoyo incondicional y ejemplo de vida ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, y a mi amada madre Andrea Cabana Josec, quien ya partió al cielo, pero cuyo recuerdo y enseñanzas viven eternamente en mi corazón, inspirándome a seguir adelante con esperanza y valentía.

A mis hermanos, Enrique, Eusebia y Yuliana, por su apoyo incondicional, cariño y empatía en cada etapa de mi vida; su presencia ha sido un pilar fundamental que me ha motivado a superar obstáculos y alcanzar mis metas con esfuerzo y dedicación.

A mis demás amigos y familiares, por su apoyo y aliento inquebrantable. Por sus palabras de ánimo, que han sido esenciales para superar los desafíos y alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme la oportunidad y el apoyo necesario para poder desarrollar mis habilidades académicas y profesionales. Por su compromiso con la educación superior, lo cual ha sido para mí fundamental para poder desarrollarme como un buen profesional.

A mi asesora, Dra. Katia Elizabeth Andrade Linarez, por el valioso apoyo y consejos que han sido esenciales para la culminación de este trabajo de investigación.

A mis jurados, por su valioso tiempo, esfuerzo y recomendaciones, los cuales han ayudado a poder mejorar, perfeccionar y culminar esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	2
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.2. ANTECEDENTES	17
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	17
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	18
1.2.3. A NIVEL REGIONAL	21
1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	22
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	23
2.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	23

2.1.2. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	23
2.1.3. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	23
2.1.4. COMPOSTAJE	24
2.1.5. FASES DEL COMPOSTAJE	24
2.1.6. MONITOREO DE PARÁMETROS DURANTE EL COMPOSTAJE	26
2.1.7. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	28
2.2.1. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	28
2.2.2. ABONO ORGÁNICO	29
2.2.3. COMPOSTAJE	29
2.2.4. FASE MESÓFILOS	29
2.2.5. FASE TERMÓFILOS	29
2.2.6. HUMEDAD	29
2.2.7. MACRONUTRIENTES	29
2.2.8. MATERIA ORGÁNICA	30
2.2.9. MADURACIÓN	30
2.2.10. PH	30
2.2.11. RELACIÓN C:N	30
2.2.12. RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	30
2.2.13. TEMPERATURA	30
2.3. HIPÓTESIS	30
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	30
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	31
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	32
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	34
3.2.1. POBLACIÓN	34

3.2.2. MUESTRA	34
3.3. MÉTODOS Y MATERIALES	35
3.3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
3.3.4. MÉTODO	35
3.3.5. MATERIALES	35
3.3.6. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO	35
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Composición y fecha de armado de tratamientos T1, T2 y T3.	36
Tabla 02: Control periodico de temperatura en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.	40
Tabla 03: Análisis de varianza ANOVA de temperatura en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.	42
Tabla 04: Control periódico de pH en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.	43
Tabla 05: Análisis de varianza ANOVA de pH en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.	44
Tabla 06: Control periódico de humedad en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.	45
Tabla 07: Análisis de varianza ANOVA de humedad en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.	46
Tabla 08: Valores de conductividad eléctrica en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	47
Tabla 09: Valores de pH en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	48
Tabla 10: Valores del % de humedad en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	50
Tabla 11: Valores del % de Humedad en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	51
Tabla 12: Valores de la Relación C/N en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	53
Tabla 13: Valores del % de Nitrógeno en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	54
Tabla 14: Valores del % de fósforo en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	56

Tabla 15: Valores del % de potasio en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.	57
Tabla 16: Valores del % de calcio en muestras analizadas por tratamientos.	58
Tabla 17: Valores del % de Calcio en muestras analizadas por tratamientos.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Fases del compostaje.	26
Figura 02: Localización de la zona de estudio. (ArcGis, 2026)	33
Figura 03: Ubicación de la Planta piloto de valorización de Residuos sólidos orgánicos del Distrito de Santa Lucía. (Google Earth, 2026)	33
Figura 04: Planta piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos del Distrito de Santa Lucía.	34
Figura 05: Composición y forma de armado de las pilas de compostaje (Tratamientos)	37
Figura 06: Armado final de las pilas de compostaje aerobio.	37
Figura 07: Control de temperatura en tratamientos de compostaje.	41
Figura 08: Control del pH en tratamientos de compostaje.	43
Figura 09: Control de la humedad en tratamientos de compostaje.	45
Figura 10: Contratación de valores de conductividad eléctrica en tratamientos con valores normativos.	47
Figura 11: Contratación de valores de pH en tratamientos con valores normativos.	49
Figura 12: Contratación de valores de % de Humedad en tratamientos con valores normativos.	50
Figura 13: Contratación de valores de % de humedad en tratamientos con valores normativos.	52
Figura 14: Contratación de valores de la relación C/N en tratamientos con valores normativos.	53
Figura 15: Contratación de valores del porcentaje de Nitrógeno en tratamientos con valores normativos.	55
Figura 16: Contratación de valores del % de fósforo en tratamientos con valores normativos.	56
Figura 17: Contratación de valores del % de Potasio en tratamientos con valores normativos.	58

Figura 18: Contratación de valores del % de Calcio en tratamientos.	59
Figura 19: Contratación de valores del % de Magnesio en tratamientos.	60
Figura 20: Armado de pilas de compostaje (adición de residuos orgánicos)	84
Figura 21: Armado de pilas de compostaje (adición de aserrín).	84
Figura 22: Armado de pilas de compostaje (adición de cal).	84
Figura 23: Monitoreo de Parámetros en pilas de compostaje.	85
Figura 24: Monitoreo del pH en pilas de compost.	85
Figura 25: Monitoreo de la temperatura en pilas de compost.	85
Figura 26: Pilas de compost en maduración.	86
Figura 27: Monitoreo de pH en compost maduro.	86
Figura 28: Monitoreo de temperatura en compost maduro.	86
Figura 29: Selección de puntos para muestreo	87
Figura 30: Tamizado del compost extraído para el muestreo.	88
Figura 31: Homogeneización del compost para muestreo.	88
Figura 32: Muestreo de compost para el análisis Físico-químico.	88
Figura 33: Pesado de muestras para el análisis Físico-Químico.	89

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	70
Anexo 02: Informe de ensayo N.º: IE-25-12985	73
Anexo 03: Informe de ensayo N.º: IE-25-12989	76
Anexo 04: Informe de ensayo N.º: IE-25-12991	80
Anexo 05: Panel fotográfico	84

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo principal de evaluar la calidad Físico-Químico del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía durante el periodo del 2025, con enfoque cuantitativo y un diseño de la investigación no experimental con tres tratamientos T1, T2 y T3 con 500 kg de residuos para su compostaje, para posteriormente ser muestreado, analizado en laboratorio y comparado con parámetros de calidad con la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y Manual de Compostaje de la FAO para la determinación de la calidad de nuestro compost. Se monitorearon parámetros temperatura, pH y humedad por un periodo de 90 días. Observándose que el método de compostaje aplicado sí fue satisfactorio; sin embargo, al realizar los análisis de laboratorio de cada muestra obtenida de cada tratamiento, los resultados indican que de los 10 parámetros evaluados en laboratorio, solamente 03 parámetros se encuentran dentro de los valores máximos y mínimos que indican las normativas empleadas para determinación de la calidad de nuestro compost. La calidad de compost resultante se considera inadecuada, ya que el pH y otros parámetros superan los valores máximos y mínimos establecidos por las normativas empleadas para la determinación de calidad del compost. Al comparar los valores de los parámetros obtenidos en laboratorio con los de la normativa, se observó que el compost no cumple con los parámetros de calidad, el cual es un compost que no podría ser empleado para comercialización y tampoco para uso agrícola, ya que los valores superan a los valores máximos y mínimos especificados en las normativas. Y se recomienda poder mejorar en la selección de los residuos sólidos, realizar monitoreos más frecuentes de temperatura, pH, humedad, aireación y cambiar la composición en el proceso de armado y realizar las correcciones necesarias para obtener un producto de calidad.

Palabras clave: Compost, pH, Residuos orgánicos, Temperatura,

ABSTRACT

This study was conducted with the main objective of evaluating the physicochemical quality of compost produced from organic solid waste in the Santa Lucía District during the year 2025. A quantitative approach and a non-experimental research design were used, employing three treatments (T1, T2, and T3) with 500 kg of waste for composting. The waste was then sampled, analyzed in the laboratory, and compared to quality parameters established by NTP 201.207:2020 FERTILIZERS and the FAO Composting Manual to determine the quality of the compost. Temperature, pH, and moisture parameters were monitored for 90 days. The composting method was found to be satisfactory; however, laboratory analysis of each sample from each treatment revealed that of the 10 parameters evaluated, only 3 fell within the maximum and minimum values specified by the standards used to determine the quality of the compost. The resulting compost quality is considered inadequate, as the pH and other parameters exceed the maximum and minimum values established by the regulations used to determine compost quality. Comparing the laboratory parameter values with those of the regulations revealed that the compost does not meet the quality standards. This compost is unsuitable for commercial or agricultural use, as the values exceed the maximum and minimum limits specified in the regulations. It is recommended that improvements be made to the selection of solid waste, more frequent monitoring of temperature, pH, moisture, and aeration, and that the composition be modified during the mixing process. The necessary corrections should also be made to obtain a quality product.

Keywords: Compost, pH, Temperature, Organic waste.

INTRODUCCIÓN

La Municipalidad de Santa Lucia mediante la Sub gerencia de Servicios Públicos y Medio Ambiente cuenta con una Planta Piloto de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos en el Sector denominado Limón Verde, donde transforma materia orgánica en un producto final que sea estable, conocido como compost, mediante una serie de reacciones biológicas y químicas, siendo esta una actividad con la cual se busca disminuir la cantidad de Residuos Sólidos Orgánicos mal dispuestos los cuales generan malos olores, lixiviados, proliferación de vectores, contaminación del ambiente y problemas a la salud de la población en el Distrito de Santa Lucia.

En la actualidad la cantidad de residuos sólidos mal dispuestos han ido en aumento debido a la alta tasa de crecimiento poblacional, la alta generación de residuos sólidos orgánicos y a la falta de áreas de disposición final adecuadas, para lo cual a nivel nacional el MEF implementó la Meta 3: Implementación de un Sistema Integrado de Gestión de Residuos Sólidos Municipales, de la cual la Municipalidad del Distrito de Santa Lucia es partícipe realizando la valorización de Residuos Sólidos Orgánicos en su Planta Piloto de Valorización de Residuos Orgánicos.

La presente investigación surge con el objetivo de evaluar la eficiencia del método de compostaje empleado y también evaluar la calidad de compost obtenido en el proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos realizados en la Planta Piloto de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos de la Municipalidad Distrital de Santa Lucía con el objetivo evaluar el cumplimiento de parámetros de calidad Físico-Químicos y compararlos con Normativas de calidad de Compost y poder determinar si la calidad del compost obtenida es óptimo para su aplicación en la agricultura, comercialización u otros fines, por lo tanto, según Cahyono et al. (2020) el compost es una de las materias orgánicas que se emplea para mejorar el suelo, específicamente en áreas con baja fertilidad. Ayuda a incrementar la materia orgánica y a regular el pH del suelo.

Entonces, con esta investigación se busca contribuir en poder mejorar el método que se aplica y poder brindar la información de los valores de los parámetros Físico-Químicos

para que se puedan implementar mejoras en el proceso de compostaje y asegurar que el producto final cumpla con estándares de calidad de compost nacional e internacional para su comercialización y otros, desarrollando este documento de la siguiente manera:

Capítulo I: Planteamiento del problema, antecedentes y objetivos: Este capítulo describe el contexto por el cual se lleva a cabo la investigación, mostrando los antecedentes, la relevancia del problema a resolver y los objetivos principales y específicos de la investigación.

CAPÍTULO II: Marco teórico, Conceptual e hipótesis de la Investigación: En este capítulo se desarrolla el marco teórico para poder fundamentar y sustentar la investigación con teorías, definiciones y otros relacionados con la investigación; también se realiza la hipótesis para guiar la comprobación y orientar la investigación.

CAPÍTULO III: Metodología de la Investigación: Este capítulo describe el diseño metodológico, incluyendo los métodos y los instrumentos de recolección de datos. Así como los métodos estadísticos utilizados para el análisis de los datos.

CAPÍTULO IV: Exposición y Análisis de los resultados: Se presentan y discuten los resultados obtenidos del estudio, evaluando y analizando las diferencias encontradas o obtenidas en el estudio, teniendo en cuenta los valores obtenidos en campo como en el análisis de laboratorio para determinar la calidad de nuestro compost.

CONCLUSIONES: Se concluye el estudio mencionando los resultados principales encontrados, las consecuencias de los resultados en nuestra investigación y las recomendaciones para mejorar y poder tomar acciones correctivas para obtener mejores resultados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, el crecimiento demográfico a nivel mundial, junto con el excesivo consumismo de la sociedad, ha venido influenciando en la alta generación de Residuos Sólidos urbanos. En 2020, una cantidad significativa de residuos sólidos urbanos (810 millones de toneladas), el 38%, terminó sin un manejo adecuado, siendo arrojados al ambiente o incinerados al aire libre.(United Nations Environment Programme & International Solid Waste Association, 2024). Siendo este uno de los principales causantes de contaminación ambiental en el mundo, incrementando los problemas de contaminación del agua, suelo, aire, proliferación de vectores que vienen afectando la salud pública, incrementando el riesgo de incendios y el deterioro del ambiente.

En el Perú, la principal problemática está vinculada con la falta de cultura ambiental de la sociedad y el mal tratamiento que se le da a los Residuos Sólidos, ya que estos, al ser mal dispuestos y tratados, "causan un problema de gran interés y preocupación para las autoridades, instituciones y comunidad, que identifican en ellos una amenaza contra la salud humana y el ambiente" (Góngora, 2016).

en el Perú, en el año 2023, se generaron 8,706,237.3 ton/año y diariamente 23,853 ton, y dentro del Marco Programa de Incentivos a la Mejora de Gestión Municipal se valorizaron 104,747.56 ton/año, que solamente representa un 1.2% del total generado. (MINAM, 2024)

En el Distrito de Santa Lucía, en el año 2023, se generó la cantidad de 1,159.03 ton/año de Residuos Sólidos, de los cuales 796.83 ton/año tienen potencial para ser valorados, de los cuales 655.78 ton/año son residuos orgánicos; sin embargo, solo se valoraron 6.11 ton/año, representando este un gran desafío ambiental. Provocando que gran cantidad de estos residuos sean mal dispuestos en el botadero o vertedero del Distrito de Santa Lucía, incrementando los problemas de la contaminación ambiental, incrementando la presencia de vectores, generación de gases de efecto invernadero, degradando ecosistemas y afectando la salud pública. Así que como una solución para mitigar estos impactos está el compostaje, un tratamiento biológico que transforma los residuos orgánicos en un fertilizante orgánico. Sin embargo, la calidad del compost obtenido será variable, ya que depende de varios factores, como composición, condiciones del proceso y métodos de control.

Es así que la investigación se centra en evaluar la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía. Buscando determinar si el compost cumple con los estándares de calidad establecidos para su uso, teniendo en cuenta los parámetros Físico-Químicos más relevantes. La falta de información sobre la calidad de compost limita el potencial de aprovechamiento de los residuos orgánicos. Por lo tanto, esta investigación proporcionará información crucial para la toma de decisiones en la gestión de residuos sólidos orgánicos, promoviendo las prácticas de compostaje más sostenibles y eficientes.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es la calidad del compost elaborado a partir de Residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será la eficiencia del método en pilas empleado en el compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno?

- ¿Cuáles serán las concentraciones de los parámetros Físico Químicos de acuerdo a la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES, del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno?
- ¿Cuáles serán las concentraciones de los parámetros Físico Químicos de acuerdo al Manual de compostaje de la FAO, del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Gamboa & Montero (2021), desarrollaron un estudio titulado “Elaboración de abonos orgánicos mediante técnicas de compostaje en mercados del Cantón la Troncal”. Con el objetivo de estudiar el método más eficaz para el aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos producidos en los mercados Bellavista y Abdón Calderón para elaborar abonos orgánicos. Mercados que producen alrededor de 3 Toneladas/Diarias de Residuos para que sean recuperados y transformados en forma de abonos orgánicos. Utilizando dos técnicas para recuperar los Residuos Sólidos Orgánicos, mediante la elaboración de Bocashi y Humus de lombriz. También, se monitoreó los parámetros físicos como pH y temperatura. Al desarrollar las técnicas obtuvieron los resultados que al recuperar los Residuos Sólidos y transformarlos, el bocashi es la mejor alternativa para el cantón La Troncal, de acuerdo a los análisis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Delgado & García (2023), desarrollaron un estudio titulado “Contenido nutricional del compost a partir de residuos agropecuarios en la ESPAM MFL”, con el objeto de evaluar el contenido nutricional del compost producido, valorando el contenido de N, P, K, Ca, Mg y S (mg/kg), CE (dS/m), pH, temperatura y humedad según la Nch 2880. Determinando que la temperatura y humedad no presentaron diferencias significativas, logrando valores altos de temperatura en la cuarta semana y de pH en la sexta semana. Los macronutrientes se influenciaron ($p < 0.05$) por la cantidad de material aplicado en cada tratamiento, mayor concentración de N en el T1 con (13500 mg/kg), mayor concentración de P en el T2 con (12550 mg/kg), además el T3 presentó mayor concentración de Ca,

Mg, S y K (56850, 11500, 15200, 20050) tipificando el compost de calidad clase B; sin embargo, el T4 tiene mayor concentración de macronutrientes, siendo mejor para su uso como sustrato.

Yañez et al. (s. f.), en su investigación, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del método de compostaje y la calidad de compost producido; determinando que el pH final en los abonos de Bolhispania y Fabopal (7,4 y 7,5) se encuentra dentro de un rango que lo caracteriza como de buena calidad. El pH neutro esperado (6,6 - 7,3) resulta en efectos fitotóxicos mínimos, mientras que en un pH que se considera ligeramente básico (7,4 - 7,8) se prevé la presencia de CaCO_3 . De la misma forma, la presencia de potasio se encuentra en los valores normales para compost maduro (0,4 - 1,6%). La cantidad de estos macronutrientes aporta positivamente a la fertilidad de los suelos agrícolas. En cuanto al fósforo, los niveles están dentro de los estándares de calidad (0,1 - 1,6%). Es importante precisar que el fósforo puede disminuir si ocurre lixiviación en los silos, situación que no se presentó. La cantidad de nitrógeno en el compost es crucial para el compost. Para un compost maduro, es preferible que la mayoría del nitrógeno sea inorgánico y que la proporción de amoníaco sea mínima. Los análisis suelen reportar el valor (en porcentaje) de nitrógeno total que es fácilmente soluble en el suelo (fertilizante). Los niveles de nitrógeno total obtenidos en Bolhispania y Fabopal están alrededor de 1%, lo que se encuentra en un rango óptimo de 0,4 - 3,5 % para compost maduro.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Elera & Olano (2022), en su investigación “Determinación de la calidad de compost con aplicación de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento de residuos sólidos, la Pushura, Provincia de Jaén”, con el objetivo de determinar la calidad de compost aplicando microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de Residuos Sólidos en la Pushura, Provincia de Jaén, cuyos resultados son contrastados con la norma chilena 2880 relacionada con la calidad del compost. Según los análisis físicos, se lograron rangos elevados para el tratamiento compost-EM, observándose un color marrón oscuro con una humedad del 30.80%. En lo que respecta a las características químicas, se

registró un contenido de materia orgánica del 38.92% en el tratamiento de compost, mientras que para Pb y Cr se obtuvieron niveles de 21.33 ppm y 24.68 ppm en el tratamiento compost EM. No obstante, el pH registrado fue de 8.85 y 8.75, y la conductividad eléctrica se midió en 21.6 dS/m y 20.3 dS/m para las muestras de compost y compost-EM, respectivamente. En cuanto a los parámetros microbiológicos, los valores para coliformes totales y fecales fueron inferiores a 3 (NMP/gr) en ambas muestras. Se concluye que, conforme a la norma chilena 2880 de calidad de compost, evaluando los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, el 73% de los parámetros del compost cumplen con la categoría A, mientras que en la muestra compost-EM, el 91% de los parámetros llegan a la categoría A.

López et al. (2001), en su investigación titulada “Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de la caña de azúcar”, tuvieron como objetivo determinar las propiedades de un compost a partir de ceniza, cachaza y bagazo generados de la elaboración de azúcar. La materia utilizada logró una densidad aparente de 0.12 - 0.48 g/cm³, el pH osciló entre 5.2 - 8.7, y la conductividad eléctrica tuvo un rango de 0.4 - 0.9 $\mu\text{S m}^{-1}$. Los contenidos de P, K, Ca y Mg presentaron valores entre 0.3% - 2.8%. Finalmente, la densidad aparente fue de 0.5 g/cm³; la relación C/N presentó dependencia lineal al tiempo de compostaje, con una correcta maduración de la mezcla. Se observaron valores de N, P, K, Ca y Mg con valores de 1; 1.3; 1.1; 2; 1.1%. Evaluando resultados, se define que el compost contiene la composición correcta para ser usado como abono orgánico.

Jordan & Pizarro (2020), elaboraron una investigación titulada “Elaboración de abono tipo bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria”. Con el objetivo de elaborar abono orgánico tipo Bocashi de Residuos Orgánicos de procedencia domiciliar y agropecuaria, la investigación se llevó a cabo en el distrito de Majes, del departamento de Arequipa. El estudio duró 31 días, durante los cuales se realizaron volteos diarios (dos veces al día) y se monitorearon factores como la temperatura ambiente que osciló entre 24.2 °C (mínima) y 30.1 °C (máxima),

temperatura del compost de 27 °C (mínima) hasta 52.1 °C (máxima), la humedad fluctuó entre 30% y 95%, y un pH promedio de 7. 2. Al concluir la fase de producción del compost tipo Bocashi, se decidió llevar a cabo un análisis en laboratorio para examinar los parámetros Físico-Químicos, que incluyeron pH (8.85), nitrógeno (N) - 0. 50 %, potasio (K₂O) - 1. 58 %, fósforo (P₂O₅) - 0. 81 %, calcio (CaO) - 1. 97 %, magnesio (MgO) - 0. 44 % y conductividad eléctrica (CE) - 24. 80 dS/m. Estos hallazgos se confrontaron con los resultados de otras investigaciones revisadas, en el mismo contexto de producción de compost tipo Bocashi.

Garrido et al. (2023), en su investigación “Calidad del compost a base de residuos sólidos urbanos en Leoncio Prado, Perú”, tuvo como objetivo determinar la cantidad de nutrientes, metales pesados, microorganismos fecales y calidad de compost producidos, basándonos en la norma chilena 2880 y española 824 en la planta de valorización de Shapajilla en Leoncio Prado. Determinando que el 95% de los residuos compostados son de cáscaras y frutas, durante el proceso la temperatura logró diferentes etapas y el pH también se elevó. Logrando valores elevados de pH (>7.5) y bajos niveles de Ca, Mg y K (<1%), bajos niveles de metales pesados y sin presencia de microorganismos de origen fecal, ligando un compost de calidad intermedia (B).

Farseque et al. (2024), en su tesis titulada “Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales, aplicando activadores biológicos, Jaén”, tuvo como objetivo valorar el proceso de compostaje de residuos orgánicos haciendo uso de activadores biológicos. Evaluando la humedad, pH y temperatura en un tiempo de 15 semanas, los valores fueron los siguientes: P fue de 107.04 ppm (0.0107%) para T1, 95.02 ppm (0.01%) para T2 y 107.24 ppm (0.0107%) para el testigo (agua). K, de 24384.12 ppm (2.43%) para T1, de 23251.33 ppm (2.32%) para T2 y 21530.99 ppm (2.15%) para el testigo. N, de 2.40% para T1, de 1.97% para T2 y 1.72% para el testigo. Ca, de 31.01% para T1, de 25.45% para T2 y 22.26% para el testigo. M.O., de 53.47% para T1, de 43.89% para T2 y 38.39% para el testigo. Obteniendo un compost de buena

calidad, dado que los parámetros nutricionales están dentro de los límites de la norma Chilena 2880 y FAO.

1.2.3. A NIVEL REGIONAL

Atamari & Condori (2023), efectuaron un estudio titulado “Análisis de la calidad del compost aplicando microorganismos eficaces en la provincia de Puno-2023” con el objeto de determinar la influencia de los microorganismos eficaces en la calidad de compost, indicando que los resultados de las muestras de compost indican mejora considerable y cumplen con las normas de calidad establecidas por la FAO, el pH de las muestras se encuentra dentro del rango requerido de 6.5 a 8.6, la conductividad eléctrica permanece por debajo de los 4 ms/m, que son considerados seguros para la mayoría de las especies vegetales, y el contenido de materia orgánica supera el 20 %, lo que es un indicativo de un compost de alta calidad. En lo que respecta a los nutrientes, los niveles de nitrógeno se sitúan dentro del rango sugerido de 0.3 % a 1.5 %, y aunque el potasio está en el límite, todavía cumple con la norma de 0.3 % a 1.0 % K_2O tras el proceso de conversión. Sin embargo, se ha detectado un exceso de fósforo en algunas muestras, sobrepasando el máximo recomendado de 1.0 % P_2O_5 por la FAO, lo que podría necesitar atención para evitar la sobrecarga de fósforo en aplicaciones agrícolas del compost.

Butrón (2022), llevó a cabo un estudio titulado “Evaluación de la calidad del compost a base de los Residuos Orgánicos y Estiércol en la Comunidad de Apacheta - Ilave 2022” con el objetivo de evaluar composta procesada a base de Residuos Orgánicos y estiércol de vacuno y ovino en la comunidad de la Apacheta, donde cuentan con un tiradero de Residuos Sólidos originados por los mercados de la Ciudad de Ilave, Departamento de Puno, para el procedimiento usado se establece dosis para las mezclas, conformadas por 50% de Residuos Orgánicos, 10% aserrín y 40% estiércol de ganado, el resultado de los análisis Físicos-Químicos confrontando con los Estándares de Calidad en Compost de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y NTP.201.208:2021 del INACAL, llegando a cumplir solamente 04 parámetros de 09 como: pH de 7.25, Nitrógeno con 3.4%, Potasio con 0.9% y Material Orgánico con 68.20%,

llegando a la conclusión de que el abono elaborado con estiércol de ganado tiene mejor respuesta en cuanto al análisis Físico-Químico, sobre todo en la ganancia de Nitrógeno. Suaña (2013 realizó una tesis titulada “Compostaje de residuos orgánicos y de lenteja de agua (*Lemna sp.*) con aplicación de microorganismos eficaces” con el objetivo de producir compost de residuos orgánicos y lenteja de agua aplicando microorganismos en dosis de (0, 100 y 200 ml), evaluando tiempo de degradación, granulometría, temperatura, pH, nitrógeno, fósforo, potasio y sodio. Resultados de descomposición: Fue de 75 días en la lenteja de agua, 50 días en residuos orgánicos; con 200 ml de EM granulométricamente se presentaron un 75 - 90% de gránulos con diámetros <1.5 mm en ambos compost. Temperatura a 26.56 °C en lenteja de agua y 27.48 °C para residuos orgánicos. En lentejas, un pH de 6.5, en residuos orgánicos de 6.4 y similares entre sí. Nitrógeno, fósforo y potasio no presentaron diferencia estadística; para sodio total, la lenteja de agua, presentó valores superiores a los residuos orgánicos. N 0.33% a 200 ml de EM.

1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad Físico-Químico del compost elaborado a partir de Residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la eficiencia del método en pilas empleado en el compostaje de Residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno.
- Determinar el cumplimiento de los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno, de acuerdo a los parámetros de la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES.
- Determinar el cumplimiento de los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno, de acuerdo a los parámetros del Manual de Compostaje de la FAO.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Según Sáez (2014), los residuos sólidos municipales están compuestos por sustancias que las personas en un área ya no quieren porque están en mal estado, dañados o carecen de utilidad o valor, abarcando los desechos hogareños, de negocios, organizaciones y de ciertas fuentes industriales.

2.1.2. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Según Sumarriva et al. (2023), el manejo de residuos sólidos es la gestión de los desechos sólidos; se relaciona con la aplicación de métodos integrales para su manejo de manera segura y eficiente. Esto conlleva la implementación de varias tácticas, que abarcan la disminución, la reutilización, el reciclaje, la compostación, la incineración y la disposición final adecuada en rellenos sanitarios.

2.1.3. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Según Tello et al. (s. f.), el concepto de valorización de residuos no aparece en todas las normativas, pero aquellas que lo mencionan destacan que los desechos pueden ser un recurso económico valioso. Por este motivo, se dará preferencia a su valorización, abarcando el reciclaje de materiales inorgánicos y metales, la producción de energía, la elaboración de compost, fertilizantes u otros procesos biológicos, así como la recuperación de elementos, el tratamiento o la rehabilitación de suelos, entre otras alternativas que eviten su eliminación definitiva e inadecuada disposición.

2.1.4. COMPOSTAJE

Es un método que establece las circunstancias adecuadas para que los seres descomponedores produzcan un fertilizante de alta calidad a partir de restos orgánicos. (Perez et al., 2009.)

Según Quintana et al. (2006) indican lo siguiente: “El compostaje es un proceso que cumple varios propósitos en el manejo de residuos sólidos orgánicos: estabilización, reducción de volumen y desinfección por inactivación térmica de patógenos”.(p.2)

El compostaje ofrece la oportunidad de convertir de forma segura los desechos orgánicos en recursos para el cultivo agrícola. Según la FAO, el compostaje es el proceso de combinar materia orgánica en descomposición bajo condiciones con oxígeno, que se utiliza para enriquecer la estructura del terreno y suministrar nutrientes. (Román et al., 2013)

2.1.5. FASES DEL COMPOSTAJE

Al deteriorarse el carbono, el nitrógeno y la demás materia orgánica utilizada en el proceso de compostaje, los microorganismos liberan calor mediante las variaciones de la temperatura a lo largo del compostaje. Dependiendo de la temperatura del proceso, se presentan 3 etapas dentro del compostaje, además de una etapa de maduración.

Fase Mesófila. El material compostado a temperatura ambiente en pocos días e incluso horas logra aumentar su temperatura hasta los 45 °C debido a la actividad microbiana, utilizando estas las fuentes de C y N para generar calor. La descomposición de azúcares genera lixiviados, haciendo que el pH baje a valores entre 4.0 - 4.5. Durando entre 2 y 8 días. (Román et al., 2013)

Fase donde inicia el proceso de descomposición de compuestos que se degradan con mayor facilidad, como azúcares, grasas y proteínas. Haciendo que la actividad microbiana se incremente junto con la temperatura. (Mato & Villar, 2021)

Fase termófila. Cuando la temperatura del proceso sobrepasa los 45 °C, los microorganismos mesófilos son reemplazados por microorganismos termófilos que

progresan a altas temperaturas, en gran mayoría bacterias termófilas, las cuales facilitan la descomposición de fuentes de carbono, como la celulosa y la lignina.

Se desarrolla un proceso metabólico que provoca la continuidad de las elevadas temperaturas, lo que resulta en la limpieza del sustrato mediante la eliminación de patógenos, parásitos y semillas. El proceso puede durar días o incluso meses, dependiendo de la naturaleza de los residuos y las particularidades del sistema de compostaje. (Mato & Villar, 2021)

Fase de enfriamiento o mesófila II. Consumidas las fuentes de carbono y nitrógeno del material compostado, la temperatura baja entre 40-45 °C, continuando la eliminación de polímeros como la celulosa, presentando algunos hongos. Al disminuir la temperatura de 40 °C, estos organismos mesófilos reinician su acción, haciendo que el pH baje levemente, pero manteniéndose ligeramente alcalino.

Fase de maduración . La materia orgánica logra un estado de estabilidad, predominando los procesos de descomposición de los compuestos más resistentes y la polimerización de sustancias afines al humus. (Mato & Villar, 2021)

Periodo que demora meses a temperatura ambiente, generando reacciones de condensación y polimerización de sustancias carbonadas para la producción de ácidos húmicos y fúlvicos.

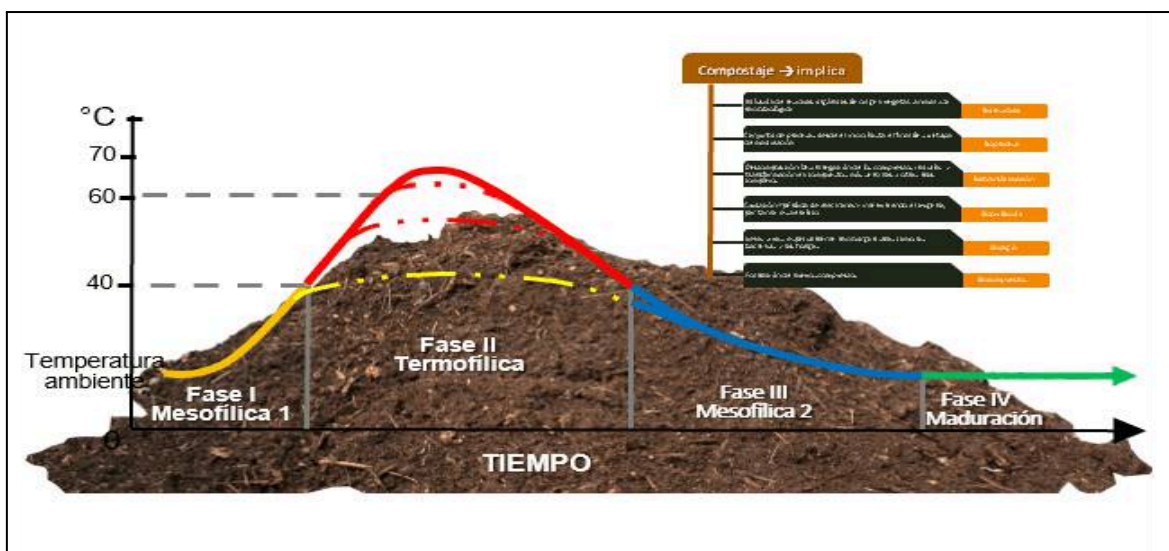


Figura 01: Fases del compostaje.

2.1.6. MONITOREO DE PARÁMETROS DURANTE EL COMPOSTAJE

El compostaje, al ser un proceso llevado a cabo por microorganismos, debe considerar parámetros que afectan su reproducción. Influyendo el oxígeno, la humedad, temperatura, pH y la relación C:N. (FAO)

2.1.7. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Temperatura. La temperatura del proceso de compostaje es uno de los parámetros más comúnmente empleados para definir la evolución del estado del proceso de compostaje, permitiendo un fácil seguimiento del proceso.

El proceso de compostaje comienza a temperatura ambiente y tiene la capacidad de elevarse hasta los 65 °C sin requerir intervención humana, como calentamiento externo. Al final, durante la etapa de maduración, la temperatura regresa a niveles ambientales. (Román et al., 2013)

(Márquez & Blanco, s. f.) indica también que el signo más evidente de la actividad de los microorganismos en el compostaje es el aumento de la temperatura de la mezcla que se está descomponiendo, por lo que la temperatura ha sido vista siempre como un factor clave en la gestión del compostaje.

Aireación. El proceso de compostaje se lleva a cabo con la presencia de oxígeno, y es esencial asegurar un adecuado flujo de aire para facilitar la respiración de los

microorganismos, lo que a su vez permite la liberación de dióxido de carbono (CO_2) hacia la atmósfera. Además, una correcta aireación previene la compactación o el encharcamiento del material. (Román et al., 2013)

(Márquez & Blanco, s. f.) indica que para que el compostaje se realice de manera adecuada, es fundamental garantizar la existencia de oxígeno, dado que los microorganismos involucrados en este proceso son aerobios. Los montones de compost exhiben diferentes niveles de oxígeno en el aire de sus áreas vacías: la sección más externa tiene casi la misma cantidad de oxígeno que el aire (18-20%)

Tamaño de partículas. La actividad biológica de microorganismos se origina generalmente en superficies de materia orgánica, haciendo que la reducción del tamaño de las mismas mejore la actividad microbiana y acelere la velocidad de degradación o descomposición. Pero si las partículas son muy pequeñas, estas dificultan la circulación de aire, reduciendo el oxígeno para los microorganismos, reduciendo su actividad.

Humedad. El agua, un elemento esencial para la actividad y sobrevivencia de los microorganismos en el proceso de compostaje, es el agua, considerando en el proceso una humedad de 50 a 60%.

(Román et al., 2013) indica que la humedad está relacionada directamente con los microorganismos, dado que como a todo ser vivo utilizan el agua como medio para el transporte de nutrientes y otros componentes energéticos a través de la membrana celular.

(Márquez & Blanco, s. f.) indica que la humedad en la mezcla de compostaje debe ser adecuada para que el agua no llene por completo los poros de la mezcla. Esto es necesario para que se facilite el paso del oxígeno, ya que el proceso necesita llevarse a cabo en un ambiente aeróbico, y también para que otros gases que se generan durante la reacción puedan circular.

Relación carbono: Nitrógeno (C:N). Relación necesaria para la descomposición microbiana, ya que el carbono y el nitrógeno son los más indispensables. Elementos presentes en todos los desechos orgánicos; sin embargo, la relación C:N no está en

cualquier fuente orgánica, ni todo el carbono o el nitrógeno para los microorganismos. Relación que se obtiene mediante la combinación de varias materias orgánicas en la que las dosis de carbono y nitrógeno son conocidas. A medida que se realiza el compostaje, la relación C:N se reduce desde 30:1 a 10-15:1 en el compost terminado.

Nitrógeno. Es el impulsor del crecimiento en las plantas, participando en todos los procesos fundamentales de crecimiento de estas. Una correcta provisión de nitrógeno para la planta es fundamental también para la absorción de nutrientes necesarios para las plantas. (Román, et al., 2013)

Fósforo. Crucial en la transferencia de energía, lo que lo hace esencial para la fotosíntesis. Bajo en suelos naturales o agrícolas, ya que su existencia se ve restringida por el pH, lo que beneficia su fijación. (Román et al., 2013)

Potasio. Cumple la función de la producción de carbohidratos y proteínas, actuando en la estructura vegetal. El potasio mejora el manejo del agua en la planta y favorece su capacidad para resistir condiciones de sequía, heladas y salinidad. (Román et al., 2013)

pH. Según Márquez & Blanco (s. f.), indican que el pH impacta de manera directa en el proceso de compostaje por su efecto en la actividad de los microorganismos. Esta variable se utiliza en numerosos estudios para analizar el desarrollo del compostaje.

Nivel de acidez o alcalinidad que se presenta en el compostaje; el compostaje contiene variados rangos de pH. Considerando valores adecuados en el compostaje, los rangos de 5.5 y 8.0.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Las actividades de valorización de residuos sólidos incluyen todas aquellas actividades cuyo objetivo principal es garantizar que los residuos sólidos cumplan una función útil, sustituyendo a otros como materia o energía. (Rodrigo et al., 2014)

2.2.2. ABONO ORGÁNICO

Es un producto orgánico obtenido de la descomposición aeróbica de materiales animales o vegetales y tiene la capacidad de aumentar la fertilidad del suelo.. (Udenar & González, 2015)

2.2.3. COMPOSTAJE

El compostaje se define como un proceso biológico y oxidativo, puesto que se fundamenta en la actividad de diferentes microorganismos aerobios que intervienen de forma sucesiva en la descomposición de la materia orgánica original. (Rodrigo et al., 2014)

2.2.4. FASE MESÓFILOS

La fase comienza a temperatura ambiente y la temperatura tiende a aumentar, haciendo que la población y actividad de microorganismos incrementan , llegando a temperaturas de hasta 40 °C. (Negro et al., s. f.)

2.2.5. FASE TERMÓFILOS

Fase donde la mayor cantidad de microorganismos iniciales mueren y son desplazados por microorganismos resistentes a altas temperaturas superiores a los 60°C, denominados microorganismos termófilos. (Negro et al., s. f.)

2.2.6. HUMEDAD

La humedad es un factor que está fuertemente relacionado con los microorganismos, dado que, al igual que todos los organismos vivos, emplean el agua como un medio para el traslado de nutrientes y componentes energéticos. (Román, Martínez, et al., 2013)

2.2.7. MACRONUTRIENTES

Los macronutrientes son aquellos que las plantas requieren en cantidades más elevadas, ya que forman parte de los elementos químicos más fuertes en su composición orgánica. (Compostaindustrial, 2014)

2.2.8. MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica contribuye a la estabilidad de la estructura de los suelos agrícolas, disminuye la densidad aparente, incrementa la porosidad y la permeabilidad, y mejora la capacidad del suelo para retener agua. (Udenar & González, 2015)

2.2.9. MADURACIÓN

Esta es una nueva fase mesófila o de enfriamiento y una fase final de maduración en la que la temperatura se iguala a la del medio ambiente. (Negro et al., s. f.)

2.2.10. PH

El pH determina la viabilidad de los microorganismos, y cada tipo posee un pH ideal para su crecimiento y reproducción. (Román, Martínez, et al., 2013)

2.2.11. RELACIÓN C:N

El indicador que muestra la rapidez de mineralización del Nitrógeno para las plantas; relaciones altas significan descomposición lenta de materia orgánica. (Cantú Silva & Luna Robles, 2022)

2.2.12. RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Incluyen desechos generados en hogares, comercios, instituciones, obras de construcción y demolición, así como el servicio de limpieza municipal, residuos resultantes de la incineración y desechos industriales que no son peligrosos. (Terraza, s. f.)

2.2.13. TEMPERATURA

La temperatura es uno de los parámetros más importantes en el compostaje, ya que influye directamente en la actividad microbiana encargada de la degradación de la materia orgánica empleada para el proceso de compostaje.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

El compost elaborado a partir de Residuos Sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, no cumple con la calidad Físico-Química.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El método en pilas empleado en el compostaje de residuos sólidos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, es eficiente de acuerdo al tiempo y capacidad de degradación de residuos sólidos orgánicos.

- Los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de Residuos Sólidos orgánicos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, no cumplen con los parámetros específicos de calidad para compost respecto a la NTP 201.207:2020

FERTILIZANTES

- Los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, no cumplen con los parámetros específicos de calidad para compost respecto al Manual de Compostaje de la FAO.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio está situada en la Planta piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos, ubicada en el sector de Limón Verde del Distrito de Santa Lucía, Provincia de Lampa del Departamento de Puno. Presenta climas fríos y lluviosos con temperaturas mínimas que oscilan entre -1.5 y 4.0 °C y temperaturas máximas entre 11.0 y 18.0 °C y precipitaciones de 55.0 mm y 3.0 mm. A continuación se detalla la ubicación de la zona de estudio.

El distrito de Santa Lucía en la actualmente cuenta con un botadero a cielo abierto, el cual ya está sobrepasando su capacidad de disposición de Residuos Sólidos, Con el objetivo de poder reducir la cantidad de residuos sólidos orgánicos mal dispuestos la municipalidad distrital de Santa Lucía implementó una planta piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos en el sector denominado Limón Verde,

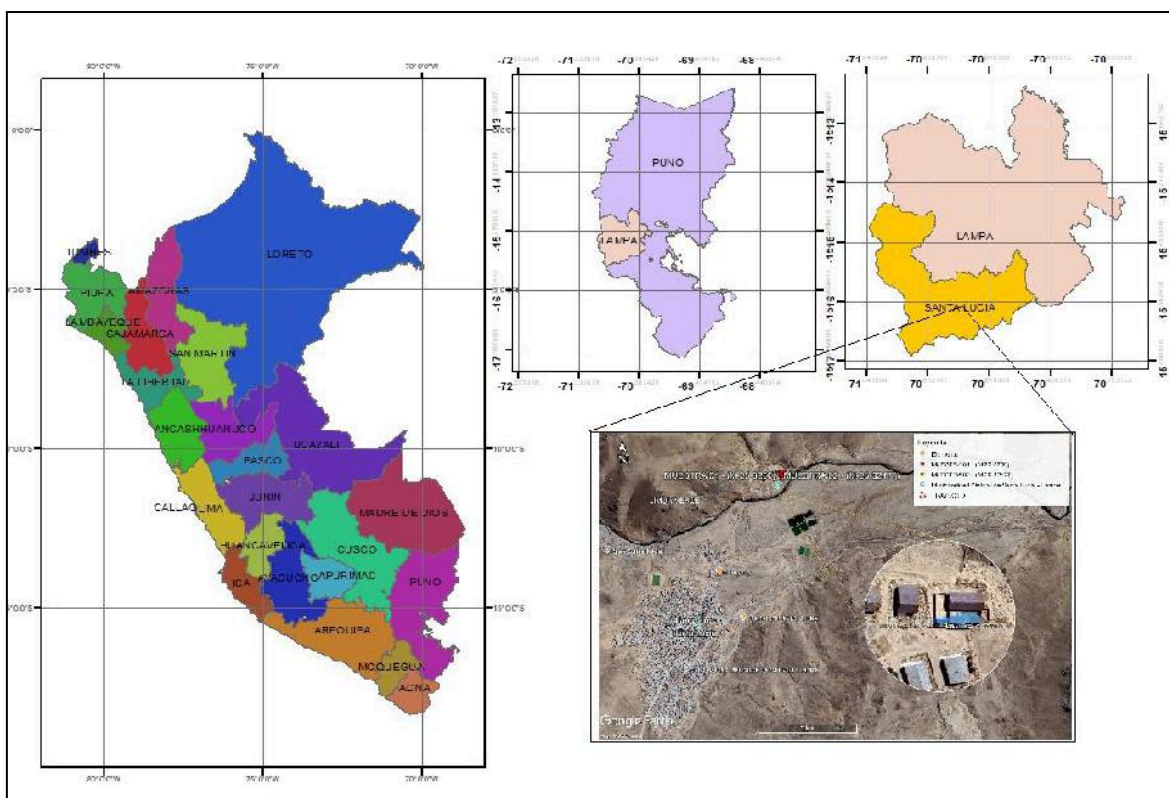


Figura 02: Localización de la zona de estudio. (ArcGis, 2026)



Figura 03: Ubicación de la Planta piloto de valorización de Residuos sólidos orgánicos del Distrito de Santa Lucía. (Google Earth, 2026)



Figura 04: Planta piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos del Distrito de Santa Lucía.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de esta investigación está conformada por todos los residuos sólidos orgánicos almacenados, los cuales fueron recolectados del Distrito de Santa Lucía, provenientes de tiendas, mercados, domicilios del ámbito urbano.

3.2.2. MUESTRA

La muestra está conformada por 3 unidades experimentales denominadas pilas; cada una de las pilas estará conformada con 500 kg de residuos orgánicos, haciendo un total de 1500 kg de residuos orgánicos, con cantidades de aserrín y cal.

Con un tipo de muestreo aleatorio simple compuesto, ya que se seleccionarán 4 puntos aleatorios distintos de cada una de las pilas para obtener ciertas cantidades de muestras que luego serán homogeneizadas y formarán una muestra compuesta representativa de 1 kg para el análisis, obteniendo 3 muestras de 1 kg por cada una de las unidades experimentales.

3.3. MÉTODOS Y MATERIALES

3.3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es cuantitativa, ya que se centra en la recolección y análisis de datos numéricos de los parámetros Físico-Químicos del compost para compararlo con normativas específicas.

3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación descriptiva, porque se busca describir las características Físico-Químicas del compost, y comparativa, porque los resultados del análisis Físico-Químico serán comparados con normativas de compostaje.

3.3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño de la investigación no experimental, ya que no se manipularon variables, sino que se observará y analizará el compost tal como es, y no transversal, porque los datos serán recopilados en un solo momento (toma de muestras y análisis de laboratorio).

3.3.4. MÉTODO

Método cuantitativo, ya que se basará en la medición de parámetros Físico-Químicos y en la comparación con normativas de compostaje.

3.3.5. MATERIALES

Equipos multiparamétricos, de muestreo y equipos de laboratorio de **ALAB ANALYTICAL LABORATORY**.

3.3.6. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO

Para el primer objetivo: Evaluar la eficiencia del método de compostaje empleado en el compostaje de Residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno.

Diseño de Pilas. Para la implementación de las pilas de compostaje, se realizaron según las siguientes especificaciones:

Para el proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos (compostaje), se hizo uso de un sistema abierto de compostaje mediante el método en pilas con volteo manual para su oxigenación, con 3 tratamientos de 500 kg de residuos sólidos cada uno.

Tabla 01: Composición y fecha de armado de tratamientos T1, T2 y T3.

TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN	FECHA
T1	Residuos orgánicos, aserrín y cal	27/12/2024
T2	Residuos orgánicos, aserrín y cal	03/01/2025
T3	Residuos orgánicos, aserrín y cal	10/01/2025

Se apilaron residuos sólidos orgánicos con cal y aserrín por capas, con medidas de 20 cm de altura de Residuos Sólidos, 1 capa de cal para regular el pH y otra de aserrín para el control de lixiviados.

Donde:

- Largo 2.0 (m)
- Ancho 1.5 (m)
- Alto 1.4 (m)
- Área 5.6 (m³)

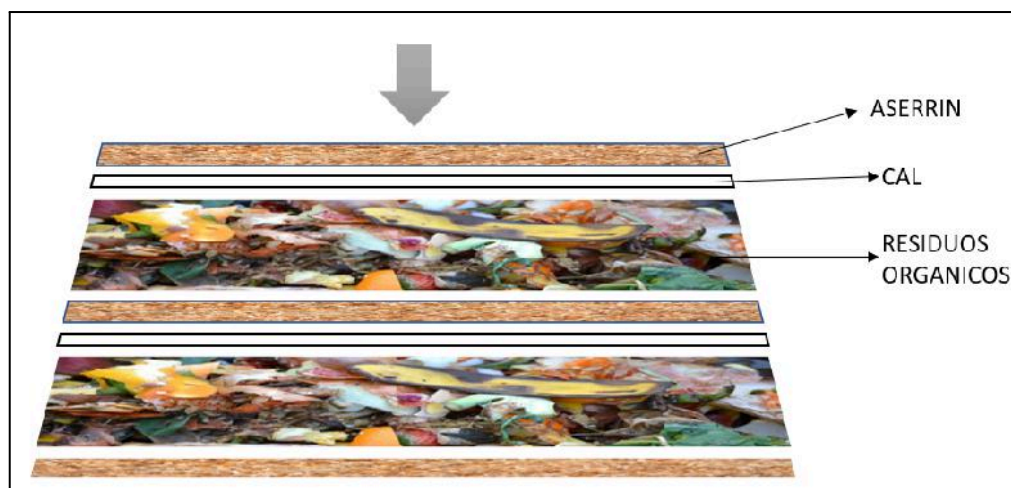


Figura 05: Composición y forma de armado de las pilas de compostaje (Tratamientos)



Figura 06: Armado final de las pilas de compostaje aerobio.

Control de temperatura. Se realizó el monitoreo periódico en campo de la temperatura en cada una de las pilas de compostaje. En cada una de las etapas de compostaje se dio de forma periódica con intervalos de 1 vez por semana, con temperaturas que superaron los 50 °C en su fase termófila, con temperaturas de 59.7° C en el T1, 57.5 en el T2 y 57.0

°C en el T3 para luego estabilizarse en su fase final de maduración en 10.4 °C en el T1, 10.2 °C en el T2 y 11.2 °C en el T3. Según el termómetro digital empleado en campo.

Control de pH. Monitoreo del pH en campo de forma regular 1 vez cada 2 semanas en cada una de las pilas de compostaje, con valores que bajaron hasta 3.7 en el T1, 4.0 en el T2 y 3.6 en el T3 en las primeras fases del compostaje y estabilizándose en la etapa de maduración en 8.6 en el T1, 8.2 en el T2 y 7.9 en el T3. Según el multiparamétrico empleado en campo.

Control de humedad. La evaluación de la humedad se realizó mediante la prueba del puño, la cual consiste en tomar una cantidad de compost para luego apretarlo y ver si salen algunas gotas de agua, indicando que la humedad es adecuada entre el 50% y el 60% de humedad, manteniendo este principio en cada una de las pilas de compostaje (T1, T2 y T3).

Para el segundo y tercer objetivo: Determinar el cumplimiento de los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucia, Lampa, Puno, de acuerdo a los parámetros de la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y del Manual de Compostaje de la FAO.

EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE CAMPO

- Se realizó la identificación de 4 puntos de muestreo aleatorios por cada pila de compostaje para poder homogeneizar y obtener una muestra representativa de cada una de las pilas.
- Se prepararon las muestras en los recipientes especificados por el laboratorio de análisis Físico-Químico, previamente rotulados para el almacenado y traslado de las muestras de compost.
- Concluida la toma de muestras, estas fueron transportadas al laboratorio de análisis Físico-Químico a temperatura ambiente.
- Análisis Físico-Químico de las muestras de compost realizado por parte del Laboratorio ALAB Analytical Laboratory de acuerdo a las especificaciones indicadas sobre los parámetros a evaluar.

- Comparación de valores de los parámetros Físico-Químico obtenidos en laboratorio de acuerdo al informe final de resultados de laboratorio con los parámetros de calidad de compost de la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y del Manual de Compostaje de la FAO.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Calidad Físico-Química del compost	Conductividad	Unidad de CE (µS/cm)	Razón (µS/cm)
	pH	Unidad de pH	Intervalo
	Humedad	Porcentaje de humedad (%)	Razón (%)
	Relación C/N	No unidad	Razón
	Nitrógeno total	Porcentaje de nitrógeno (%)	Razón (%)
	Fósforo	Porcentaje de fósforo (P ₂ O ₅)	Razón (%)
	Potasio	Porcentaje de potasio (% K ₂ O)	Razón (%)
	Calcio	Porcentaje de calcio (Ca)	Razón (%)
	Magnesio	Porcentaje de magnesio (% Mg)	Razón (%)
	Materia orgánica	Porcentaje de materia orgánica (%)	Razón (%)

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

OE1: Evaluar la eficiencia del método de compostaje empleado en el compostaje de Residuos Sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno.

Para poder evaluar la eficiencia del método de compostaje, se realizó el monitoreo y medición de parámetros como pH, temperatura y humedad, y así poder asegurar condiciones óptimas en las pilas de compostaje y obtener una descomposición eficiente y una producción de calidad del compost. Teniendo en cuenta cada una de las etapas o fases de compostaje.

Tabla 02: Control periodico de temperatura en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.

CONTROL DE TEMPERATURA EN TRATAMIENTOS DE COMPOSTAJE (°C)												
TRATAMIENTO	SE M 1	SE M 2	SE M 3	SE M 4	SE M 5	SE M 6	SE M 7	SE M 8	SE M 9	SE M 10	SE M 11	SE M 12
T1	27.4	32.4	52.3	59.7	43.6	44.3	41.2	32.4	24.6	19.8	15.4	10.4
T2	25.4	34.9	44.9	57.5	45.4	42.5	40.2	29.8	23.6	18.2	13.2	10.2
T3	28.2	36.1	47.8	57.7	53.7	48.2	43.2	32.7	25.1	19.3	16.2	11.2

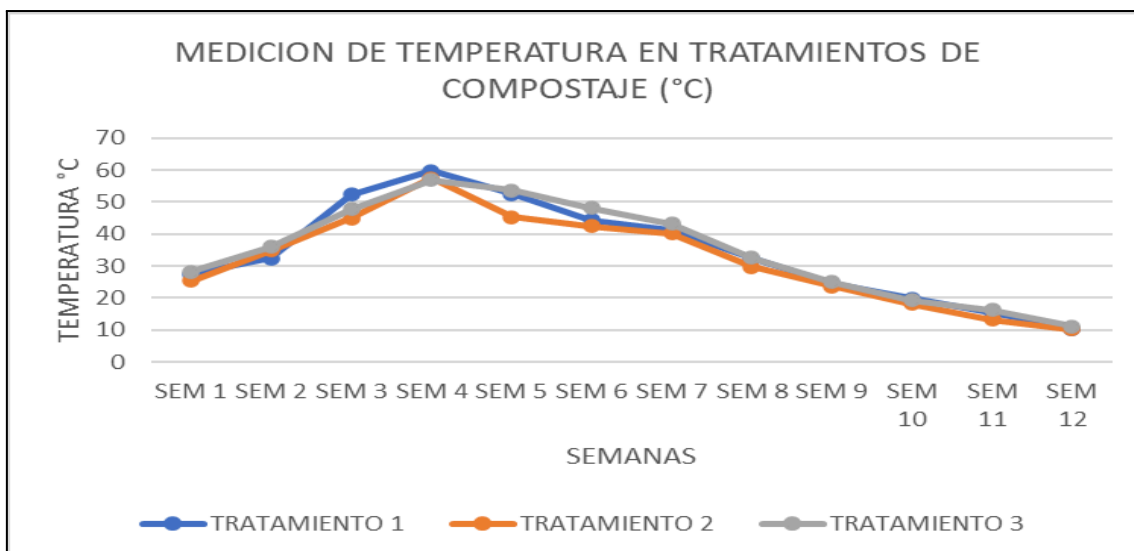


Figura 07: Control de temperatura en tratamientos de compostaje.

En la figura 07, se presenta el comportamiento de los valores obtenidos de la temperatura por cada prueba experimental, observándose que la temperatura incrementa desde la primera semana, llegando a superar los 50 °C en la cuarta semana debido a las reacciones producidas y gracias al incremento de la actividad microbiana en el proceso de compostaje, comenzando a degradar la mayor carga orgánica existente. En la semana 5, la temperatura tiende a disminuir lentamente hasta llegar a la semana 12, donde se observan temperaturas menores a los 12 °C.

El incremento de temperatura observado en la figura refleja el crecimiento de las reacciones microbianas, ya que la presencia de las altas temperaturas en las etapas de compostaje indica una activa descomposición de materia orgánica por parte de los microorganismos, y la estabilización del compost en 12 semanas favorece la calidad y la estabilización del compost.

MÉTODO ESTADÍSTICO

Tabla 03: Análisis de varianza ANOVA de temperatura en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.

Análisis de varianza de Temperatura					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PILA	2	45.19	22.594	5.48	0.012
SEMANA	11	7270.6	660.963	160.31	0
Error	22	90.71	4.123		
Total	35	7406.49			

En la tabla 03 corresponde a un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa las diferencias entre las temperaturas de los tratamientos; el análisis estadístico mostró un valor p de 0.012 para el efecto de los tratamientos sobre la temperatura, observando diferencias significativas entre los tratamientos de compostaje con un nivel de confianza de 98.8%. Esto sugiere que las condiciones, composición, manejo y otras características específicas de cada tratamiento influyen en la temperatura durante el proceso de compostaje.

Tabla 04: Control periódico de pH en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.

CONTROL DE pH EN TRATAMIENTOS DE COMPOSTAJE						
TRATAMIENTOS	SEM 2	SEM 4	SEM 6	SEM 8	SEM 10	SEM 12
TO						
T 1	3.7	4.2	5.4	7.2	7.8	8.6
T 2	4	3.2	4.8	5.9	6.6	8.2
T 3	3.6	4.8	5.8	6.3	7.2	7.9

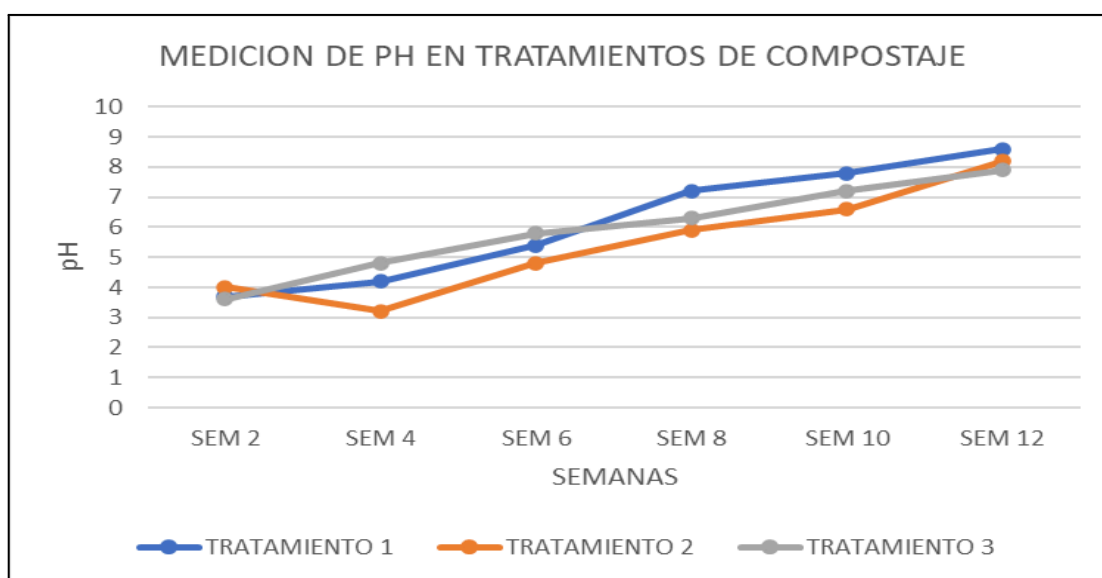


Figura 08: Control del pH en tratamientos de compostaje.

La figura 08 representa el comportamiento de los promedios de pH para cada tratamiento experimental, observándose en la segunda semana valores menores a 4, debido a las diferentes características de la materia orgánica y por la descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos, y conforme al tiempo de compostaje, el valor del pH en nuestros tratamientos asciende a valores que superan la neutralidad de 7, con valores de hasta 8.6 de pH en uno de nuestros tratamientos.

De acuerdo a las normativas empleadas, los valores de pH adecuados se encuentran en el rango de 5 a 8,5; en nuestra investigación, el pH se incrementa rápidamente con un incremento continuo debido a la descomposición de la materia orgánica y a la actividad microbiana. El incremento continúa en las 12 semanas, superando valores a 7, lo que indica un compostaje activo, pero sobre el rango aceptable para calidad de compost.

MÉTODO ESTADÍSTICO

Tabla 05: Análisis de varianza ANOVA de pH en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.

Análisis de varianza de pH					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PILA	2	1.541	0.7706	3.48	0.071
SEMANA	5	47.011	9.4022	42.5	0
Error	10	2.212	0.2212		
Total	17	50.764			

En la tabla 05 de análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar el pH sobre las pilas de compost, mostró un valor p de 0.071. Indicando que no se encontraron diferencias significativas al nivel de confianza de 95%. Pero, sin embargo, ya que el valor p está cerca del valor del umbral de significancia, podría existir una tendencia hacia diferencias en el pH, que no se detectó debido al tamaño limitado de datos.

Tabla 06: Control periódico de humedad en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.

CONTROL DE % DE HUMEDAD EN TRATAMIENTOS DE COMPOSTAJE						
TRATAMIENTO	SEM 2	SEM 4	SEM 6	SEM 8	SEM 10	SEM 12
T 1	45	58	69	60	48	42
T 2	42	65	60	52	47	45
T 3	56	65	70	61	54	46

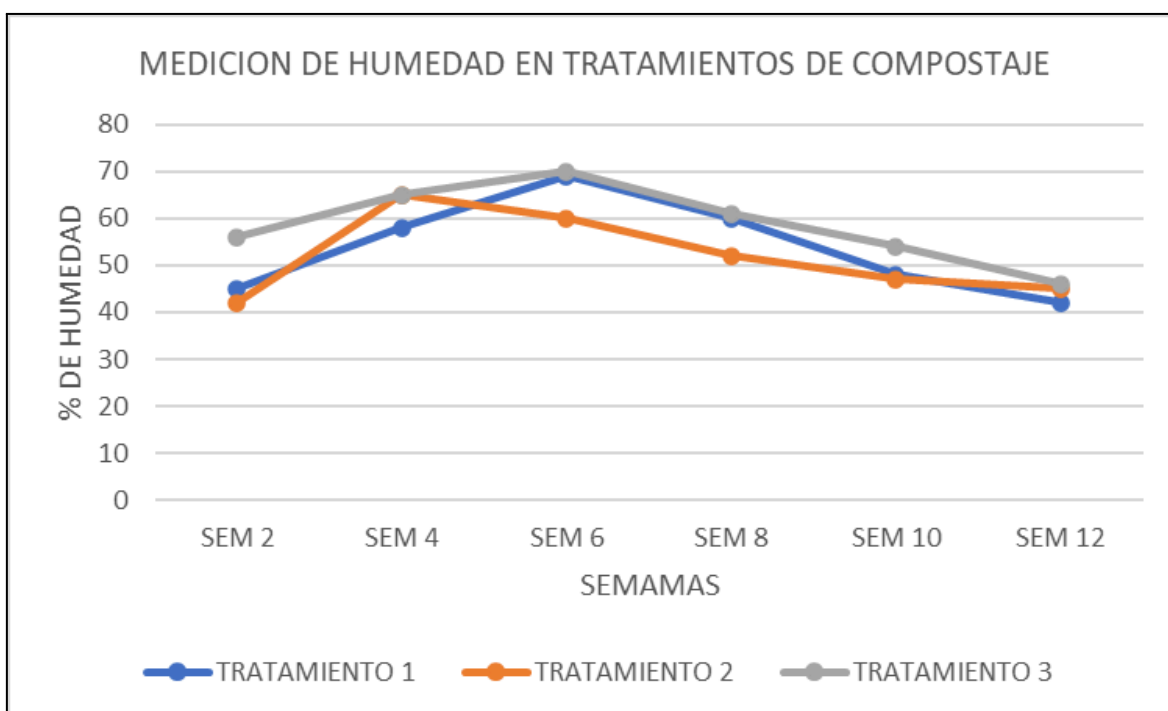


Figura 09: Control de la humedad en tratamientos de compostaje.

En la figura se representa el comportamiento de los valores de humedad, por el método del tacto, por cada prueba experimental, observándose mayores porcentajes de humedad en la semana 7, con valores que alcanzan al 70% de humedad, debido a la composición de materia orgánica y la alta precipitación pluvial de la zona, medida que el proceso avanza, el porcentaje de humedad va disminuyendo a valores de hasta el 45%.

Tabla 07: Análisis de varianza ANOVA de humedad en tratamientos de compostaje T1, T2 y T3.

Análisis de Varianza de Humedad					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PILA	2	448.7	224.3	1.83	0.211
SEMANA	5	2124.8	425	3.46	0.045
Error	10	1227.5	122.7		
Total	17	3801			

En la tabla 07 de análisis de varianza de dos factores se mostró que no existen diferencias significativas en el contenido de porcentaje de humedad entre los tratamientos con un valor p de 0.211. Sin embargo, se observan diferencias significativas en la humedad a lo largo del tiempo con un valor p de 0.04, indicando que la humedad varió durante las semanas de medición independientemente del tratamiento aplicado.

Objetivos específicos 2 y 3: Determinar el cumplimiento de los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, de acuerdo a los parámetros de la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y del Manual de Compostaje de la FAO

- CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

En los tratamientos de compostaje T-1, T-2 y T-3 se registraron para la conductividad eléctrica valores < 5000 μ S/cm. Encontrándose por debajo de los límites máximos establecidos en la NTP 201.207: 2020 (FERTILIZANTES). Estos resultados no representan riesgos para su uso en suelos ni en plantas, sin afectar negativamente a estos.

Tabla 08: Valores de conductividad eléctrica en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA			
TRATAMIENTO	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	V. MIN. NTP 201.207:2020	V. MAX. NTP 201.207:2020
T-1	1743	0	5000
T-2	1948	0	5000
T-3	2480	0	5000

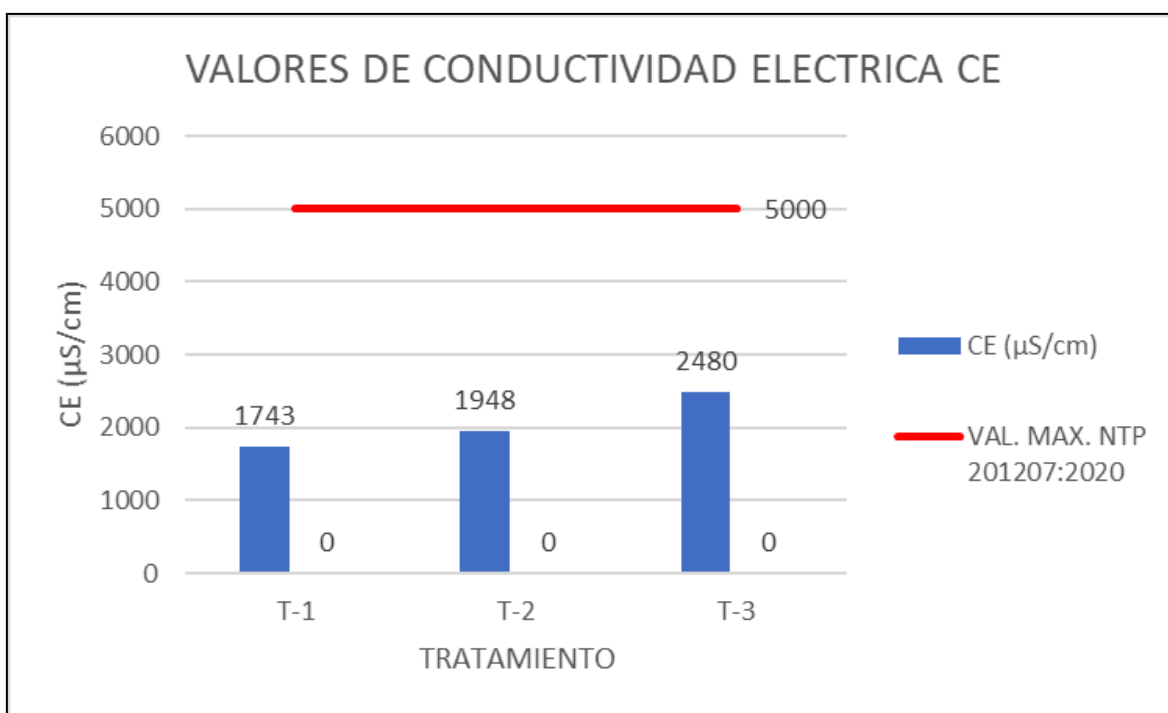


Figura 10: Contratación de valores de conductividad eléctrica en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 10 indican que los valores obtenidos sobre el análisis de la conductividad eléctrica por cada tratamiento T-1, T-2 y T-3 están por debajo de los valores

máximos establecidos por la NTP 201.207: 2020 FERTILIZANTES, estando estos por debajo de los 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor máximo establecido por la normativa para fertilizantes como compost.

- pH

En los tratamientos de compostaje T-1, T-2 y T-3 se registraron para el pH valores superiores a los 8.5. Con valores de 9.12 en T-1, 8.92 en T-2 y 9.02 en T-3 encontrándose por encima de los límites máximos establecidos según la NTP 201.207: 2020 FERTILIZANTES y según los valores máximos establecidos según el Manual de compostaje de la FAO. Siendo un problema para la actividad microbiana y favoreciendo la volatilización del amoníaco, presentándose pérdida de Nitrógeno.

Tabla 09: Valores de pH en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES DE pH					
TRATAMIENTO	pH	V. MIN. NTP	V. MAX. NTP	V. MIN	V. MAX
		201.207:2020	201.207:2020	FAO	FAO
T-1	9.12	5.0	8.5	6.5	8.5
T-2	8.92	5.0	8.5	6.5	8.5
T-3	9.02	5.0	8.5	6.5	8.5

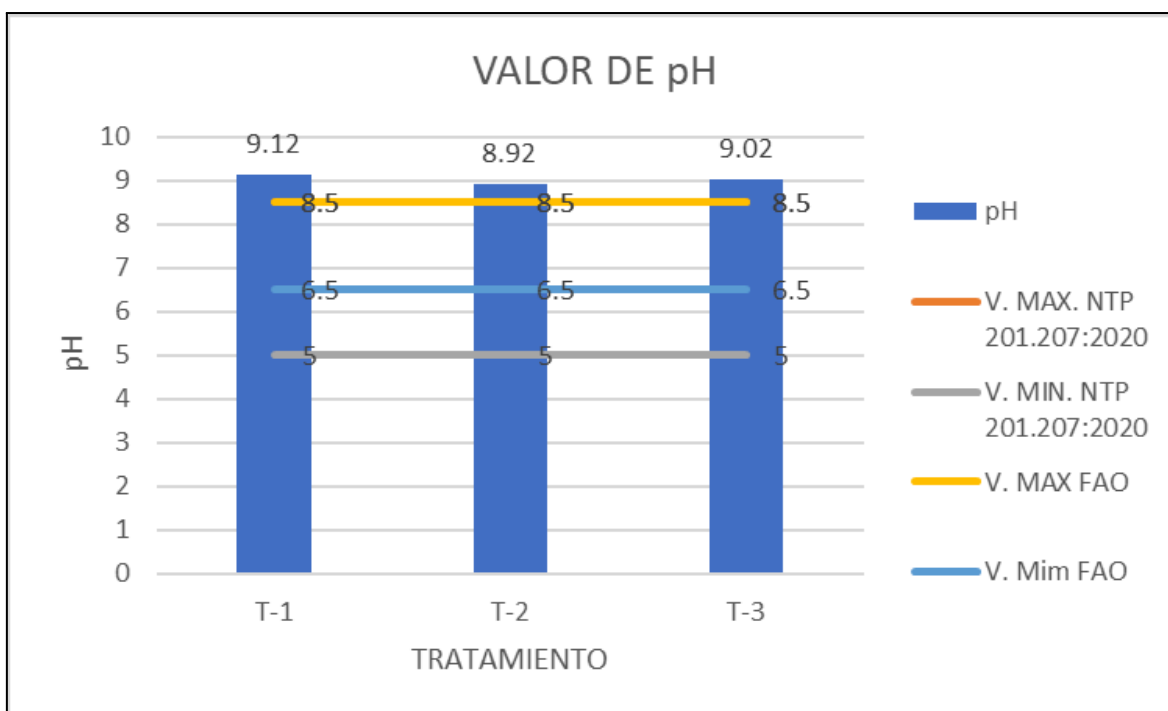


Figura 11: Contrastación de valores de pH en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 11 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores de pH mayores a 8.5 según los establecidos en la NTP 201.207:2020 y según el Manual de compostaje de la FAO, los valores altos de pH podrían ser causa de la mala dosificación de la cal empleada en el tratamiento de compostaje.

- HUMEDAD

En los tratamientos de compostaje T-1, T-2 Y T-3 se registraron valores de % de humedad con valores de 52.32% en T-1, 50.45% en T-2 y 50.13 en T-3 valores superiores a 35% según lo establecido por la NTP 201.207: 2020 y superiores a 40% según lo establecido por el Manual de compostaje de la FAO. Sin embargo, esto no representa un problema para el uso del compost.

Tabla 10: Valores del % de humedad en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES DE % DE HUMEDAD					
TRATAMIENTO	HUMEDAD	V. MIN. NTP 201.207:2020	V. MAX. NTP 201.207:2020	V. MIN FAO	V. MAX FAO
T-1	52.32	15	35	30	40
T-2	50.45	15	35	30	40
T-3	50.13	15	35	30	40

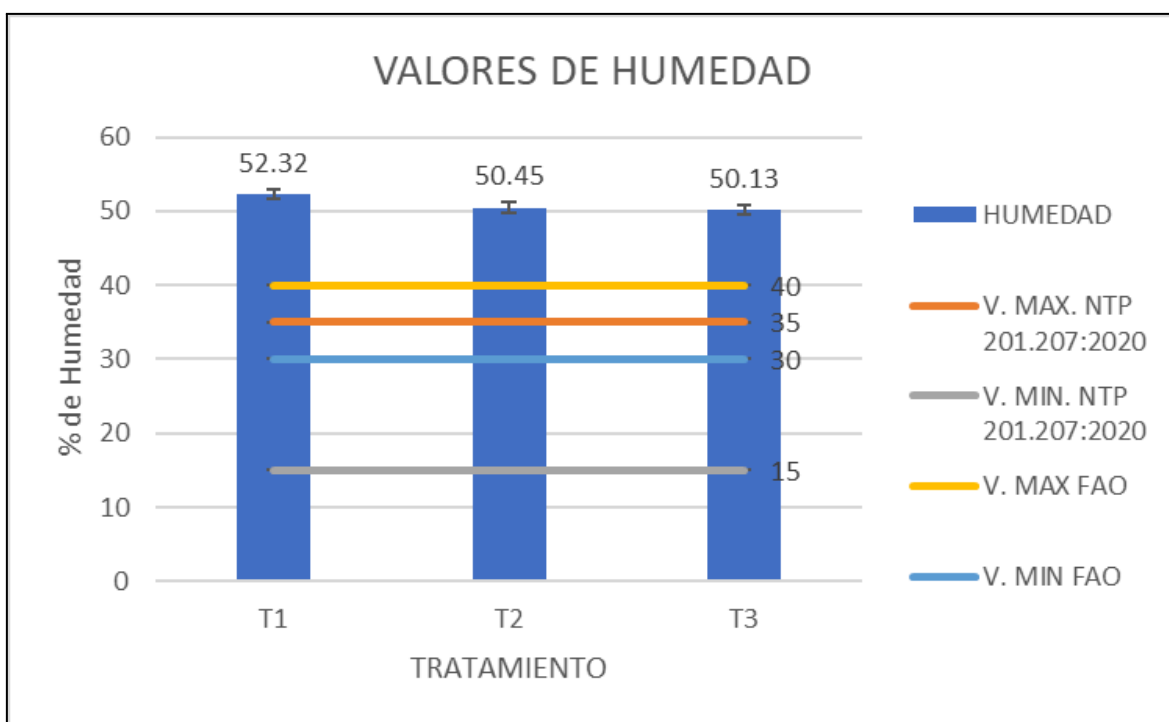


Figura 12: Contrastación de valores de % de Humedad en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 12 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores superiores al 35% según lo establecido por la NTP 201.207: 2020 y superiores al

40% según lo establecido por el Manual de compostaje de la FAO, estos valores no representan riesgo en el uso del compost, sin embargo, valores mayores a >70% podrían ser perjudiciales.

- **MATERIA ORGÁNICA**

En los tratamientos de compostaje T-1, T-2 y T-3 se registraron valores de % de humedad con valores de 52.32% en T-1, 50.45% en T-2 y 50.13% en T-3, valores superiores a 35% según lo establecido por la NTP 201.207:2020 y superiores a 40% según lo establecido por el Manual de compostaje de la FAO. Sin embargo, esto no representa un problema para el uso del compost.

En los tratamientos de compostaje T-1, T-2 y T-3 se registraron valores de % de materia orgánica superiores al 20 %, de acuerdo a lo establecido en la NTP 201.207: 2020 y de acuerdo al Manual de compostaje de la FAO.

Tabla 11: Valores del % de Humedad en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES DE % DE MATERIA ORGÁNICA			
TRATAMIENTO	M.O.	V. MAX. NTP 201.207:2020	V. MAX FAO
T-1	29.53	≥20	≥20
T-2	27.5	≥20	≥20
T-3	26.91	≥20	≥20

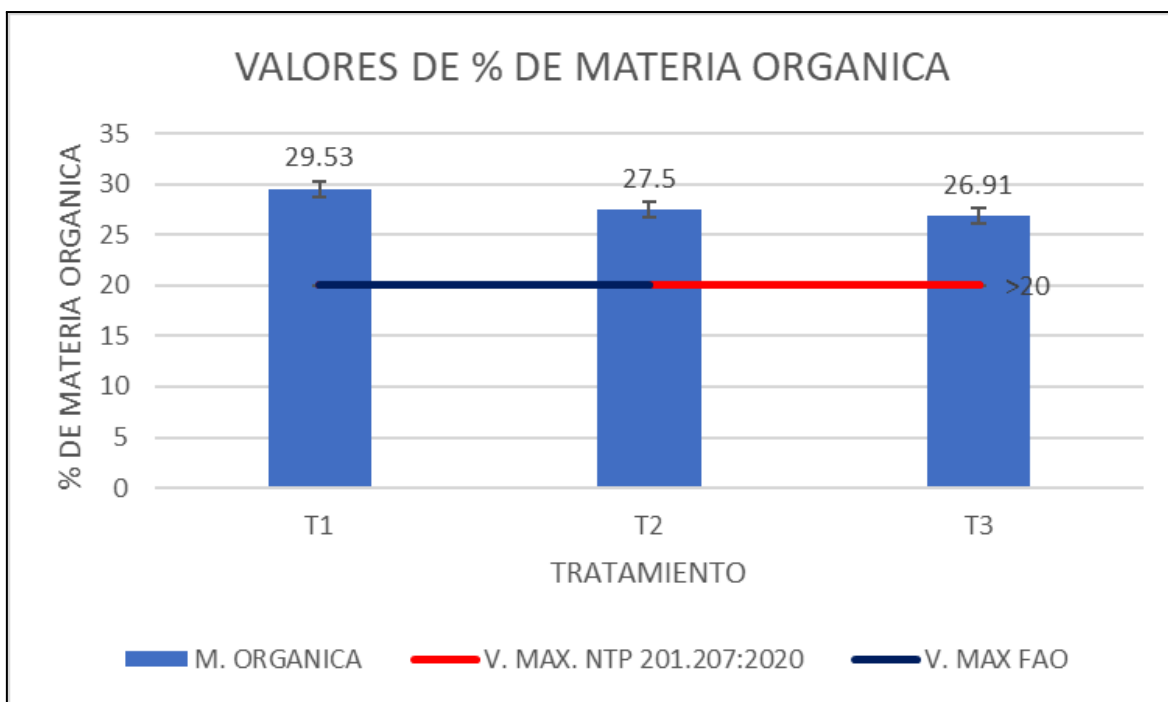


Figura 13: Contrastación de valores de % de humedad en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 13 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores superiores al >20% según lo especificado en la NTP 201.207: 2020 y según el Manual de compostaje de la FAO, manteniendo una cantidad suficiente de materia orgánica, garantizando la fertilidad y estructura del suelo.

- **RELACIÓN C/N**

En los tratamientos de compost evaluados T-1, T-2 y T-3, registraron valores de la relación C/N de 14.0 en T-1, 14.5 en T-2 y 14.2 en T-3, que se encuentran dentro de los valores mínimos y valores máximos establecidos según la NTP 201.207:2020 y según el Manual de compostaje de la FAO.

Tabla 12: Valores de la Relación C/N en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES DE RELACIÓN C/N					
TRATAMIENTO	C/N	V. MIN. NTP	V. MAX. NTP	V. MIN	V. MAX
		201.207:2020	201.207:2020	FAO	FAO
T-1	14.0	10	25	10	15
T-2	14.5	10	25	10	15
T-3	14.2	10	25	10	15

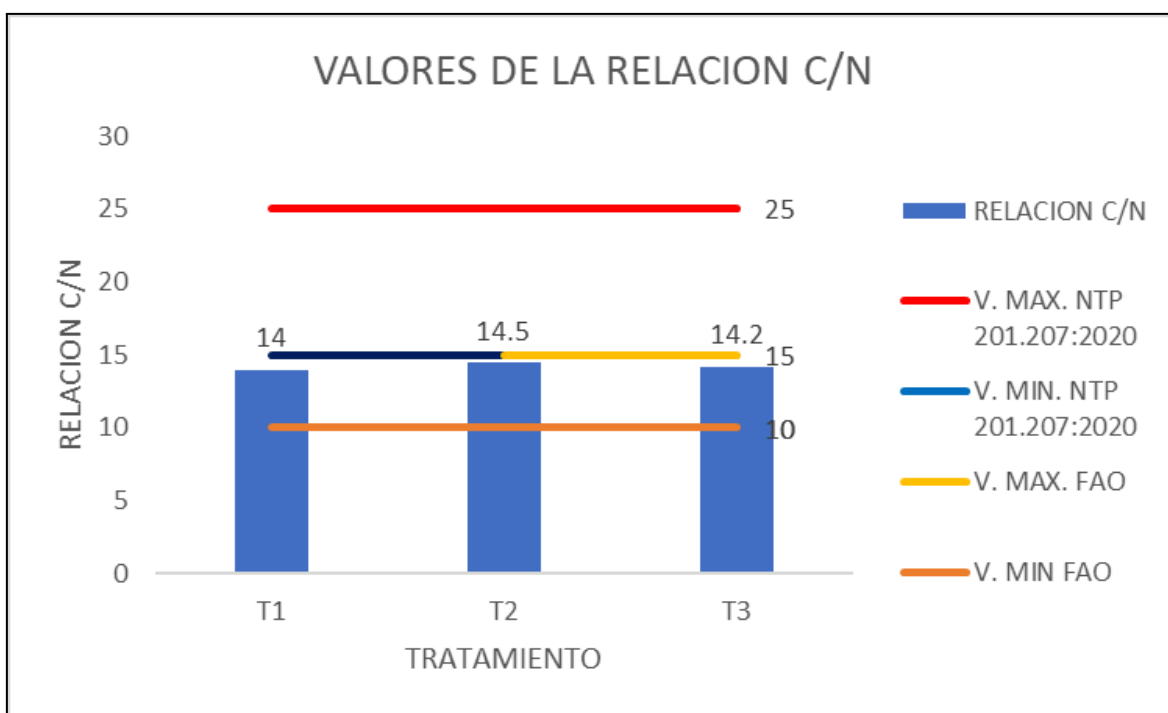


Figura 14: Contrastación de valores de la relación C/N en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 14 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores que están dentro de los valores máximos y mínimos que fueron establecidos

según la NTP 201.207: 2020 y según el Manual de compostaje de la FAO, indicando que el compost se encuentra maduro y estabilizado.

- NITRÓGENO

En los tratamientos de compost evaluados T-1, T-2 y T-3, registraron valores de % de Nitrógeno de 1.23 en T-1, 1.18 en T-2 y 1.10 en T-3 que se encuentran dentro de los valores mínimos y valores máximos establecidos según la NTP 201.207: 2020 y según el Manual de compostaje de la FAO.

Tabla 13: Valores del % de Nitrógeno en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES % DE NITRÓGENO					
TRATAMIENTO	% N	V. MIN. NTP 201.207:2020	V. MAX. NTP 201.207:2020	V. MIN FAO	V. MAX FAO
T-1	1.23	0.3	1.5	0.3	1.5
T-2	1.18	0.3	1.5	0.3	1.5
T-3	1.10	0.3	1.5	0.3	1.5

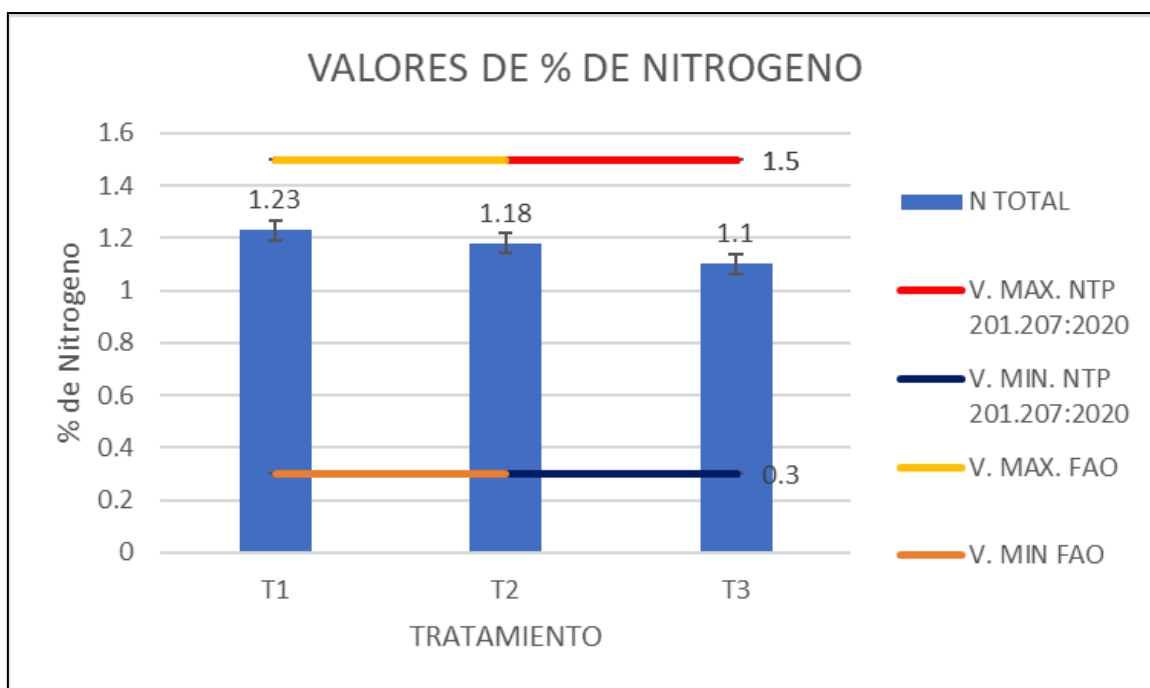


Figura 15: Contrastación de valores del porcentaje de Nitrógeno en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 15 muestran que los 03 tratamientos presentan valores que se encuentran dentro de los valores máximos y mínimos establecidos por las NTP 201.207: 2020 y por el Manual de compostaje de la FAO, indicando que el contenido de Nitrógeno es óptimo y el compost es adecuado para su uso como enmienda orgánica.

- FÓSFORO

En los tratamientos de compost evaluados, T-1, T-2 y T-3, registraron valores de % de fósforo de 1.46 en T-1, 1.43 en T-2 y 1.41 en T-3 que superan los valores máximos establecidos según la NTP 201.207: 2020 y según el Manual de compostaje de la FAO. Indicando que el contenido de fósforo es más de lo recomendado.

Tabla 14: Valores del % de fósforo en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES DE % DE FÓSFORO					
TRATAMIENTO	% P	V. MIN. NTP	V. MAX. NTP	V. MIN	V. MAX
		201.207:2020	201.207:2020	FAO	FAO
T-1	1.46	0.1	1.0	0.1	1.0
T-2	1.43	0.1	1.0	0.1	1.0
T-3	1.41	0.1	1.0	0.1	1.0

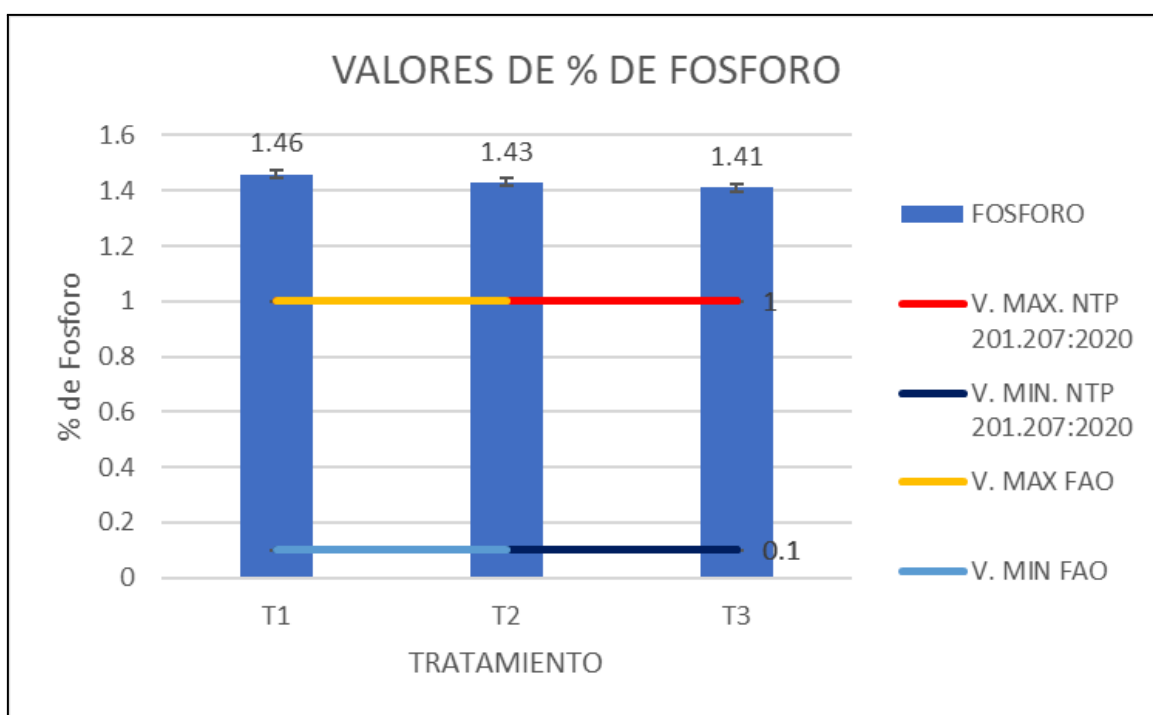


Figura 16: Contratación de valores del % de fósforo en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 16 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores del % de fósforo superiores a los establecidos en la NTP 201.207: 2020 y en el

Manual de compostaje de la FAO, un exceso de fósforo desequilibraría el suelo, afectando la disponibilidad de otros nutrientes.

- **POTASIO**

En los tratamientos de compost evaluados, T-1, T-2 y T-3, registraron valores de % de potasio de 1.38 en T-1, 1.39 en T-2 y 1.38 en T-3 que superan los valores máximos establecidos según la NTP 201.207: 2020 y según el Manual de compostaje de la FAO. Indicando que el contenido de fósforo es más de lo recomendado.

Tabla 15: Valores del % de potasio en muestras analizadas por tratamientos y valores máximos y mínimos según normativas.

VALORES DE % DE POTASIO					
TRATAMIENTO	% K	V. MIN. NTP 201.207:2020	V. MAX. NTP 201.207:2020	V. MIN FAO	V. MAX FAO
T-1	1.38	0.3	1.0	0.3	1.0
T-2	1.39	0.3	1.0	0.3	1.0
T-3	1.38	0.3	1.0	0.3	1.0

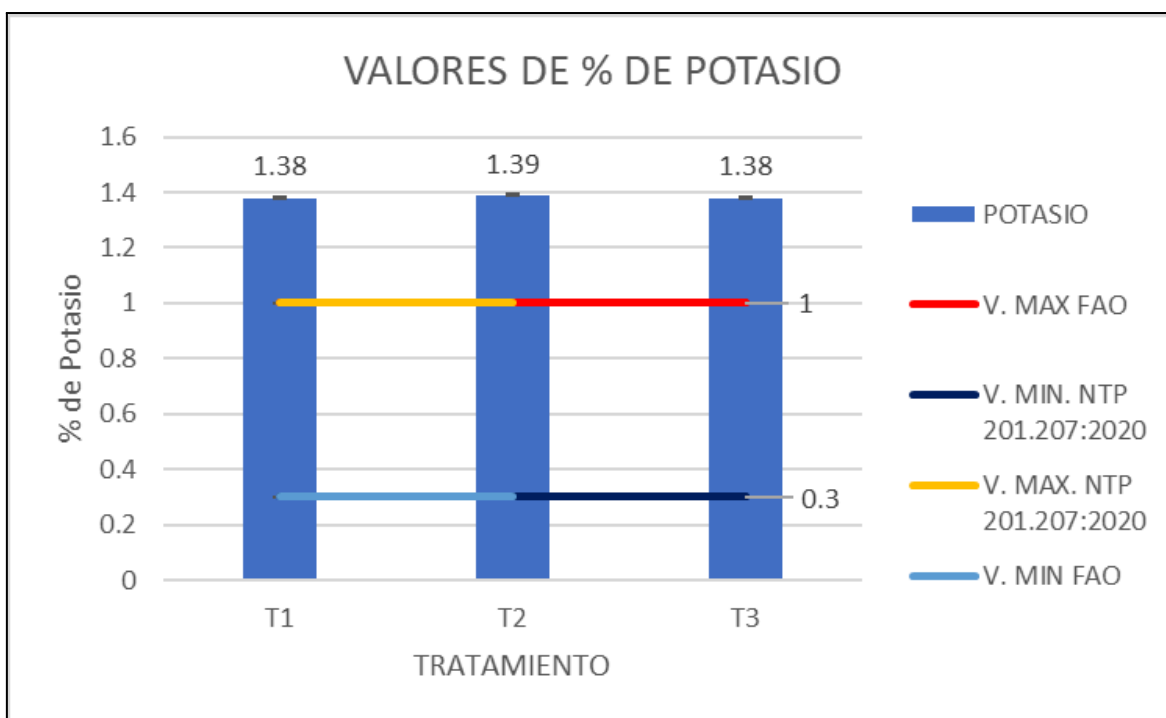


Figura 17: Contratación de valores del % de Potasio en tratamientos con valores normativos.

Los resultados de la figura 17 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores del % de potasio superiores a los establecidos en la NTP 201.207: 2020 y en el Manual de compostaje de la FAO. El alto contenido de potasio podría ser bueno para cultivos que lo requieran, pero inadecuado para suelos que ya no lo requieran.

Tabla 16: Valores del % de calcio en muestras analizadas por tratamientos.

VALORES DE % DE CALCIO					
TRATAMIENTO	% Ca	V. MIN. NTP 201.207:2020	V. MAX. NTP 201.207:2020	V. MIN FAO	V. MAX FAO
T-1	6.61	NA	NA	NA	NA
T-2	6.64	NA	NA	NA	NA
T-3	6.35	NA	NA	NA	NA

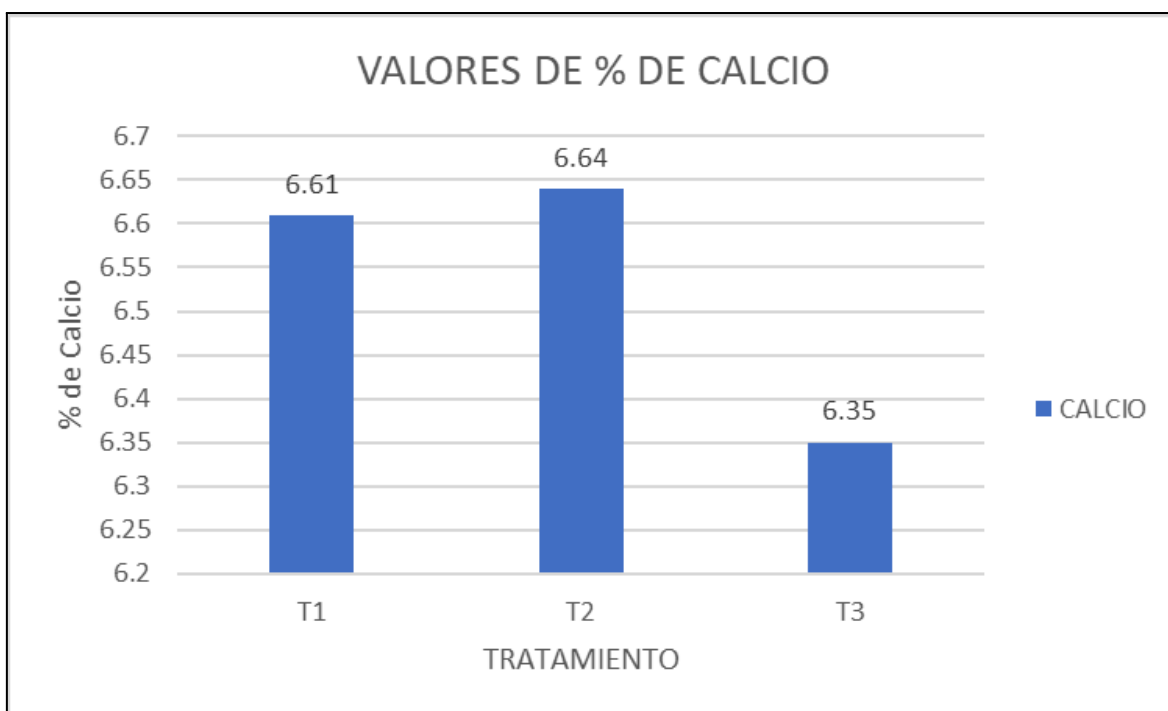


Figura 18: Contratación de valores del % de Calcio en tratamientos.

Los resultados de la figura 18 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores de % de Calcio, pero las normativas empleadas para la determinación de la calidad de compost no especifican los niveles máximos ni mínimos para la presencia del calcio en la NTP 201.207: 2020 ni en el Manual de compostaje de la FAO. Sin embargo, la presencia de este elemento es fundamental y beneficiosa para muchas de las funciones de las plantas.

Tabla 17: Valores del % de Calcio en muestras analizadas por tratamientos.

VALORES DE % DE MAGNESIO					
TRATAMIENTO	% Mg	V. MIN. NTP	V. MAX. NTP	V. MIN	V. MAX
		201.207:2020	201.207:2020	FAO	FAO
T-1	0.51	NA	NA	NA	NA
T-2	0.58	NA	NA	NA	NA
T-3	0.56	NA	NA	NA	NA

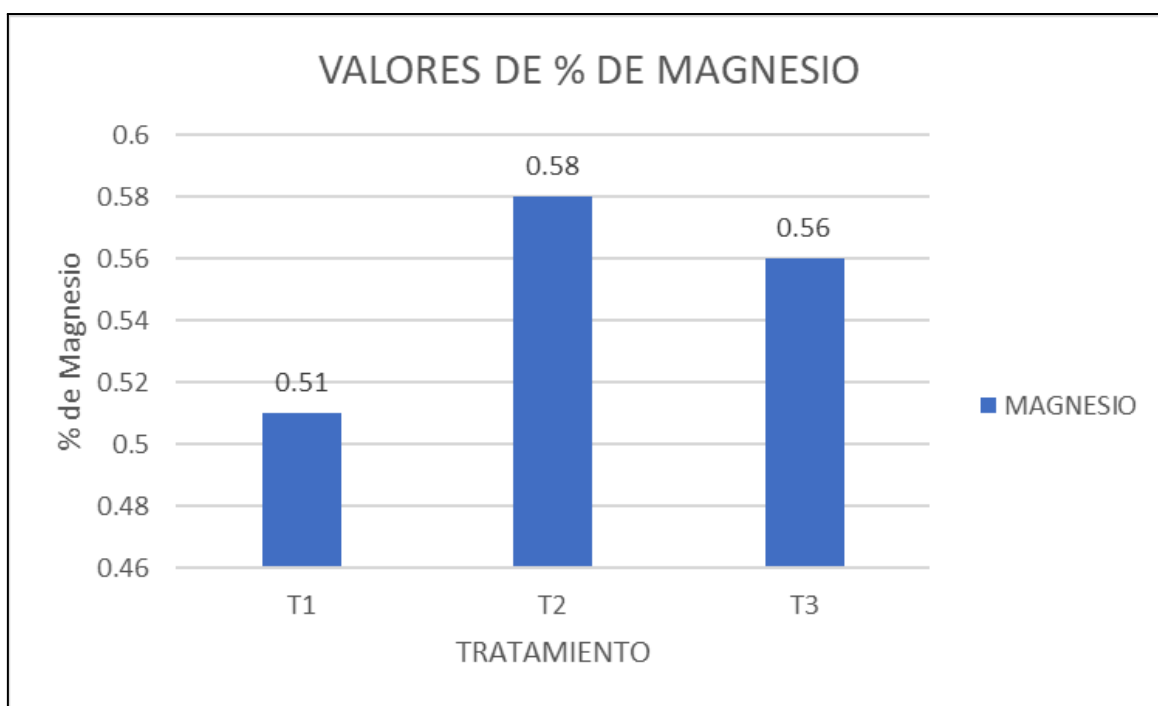


Figura 19: Contratación de valores del % de Magnesio en tratamientos.

Los resultados de la figura 19 muestran que los 03 tratamientos evaluados presentan valores de % de Magnesio, pero las normativas empleadas para la determinación de la calidad de compost no especifican los niveles máximos ni mínimos para la presencia del Magnesio en la NTP 201.207: 2020 ni en el Manual de compostaje de la FAO. Sin embargo la presencia de este elemento es fundamental para la fotosíntesis de las plantas.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio sobre la evaluación de la calidad Físico-Química del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, revelan una situación no muy favorable en cuanto al cumplimiento de los parámetros Físico-Químicos evaluados.

Segun (Román et al., 2013) el compostaje empieza a temperatura ambiente y llega a elevarse hasta los 65°C sin necesidad de la intervención humana; el pH varía durante el proceso desde 4.0 a 8.5 al inicio del proceso el pH se acidifica y en la fase termófila el amonio se transforma en amoníaco haciendo que el pH se eleve estabilizando en valores cercanos al neutro y la humedad óptima está situada alrededor de 45% a 60% en

contraste con nuestra investigación haciendo uso del método en pilas se observó que los valores se encuentran dentro de los valores especificados anteriormente sin mostrar variaciones entre ninguno de los tratamientos, los valores de pH, Temperatura y humedad monitoreados cumplen con los valores especificados en cada una de las etapas del compostaje reflejando una gran eficiencia del método de compostaje empleado, sin embargo el pH se elevó con valores que superaron 9.0 lo cual depende directamente de la composición de nuestros tratamientos T1, T2 y T3.

En el estudio de Atamari & Condori, (2023) presenta resultados positivos en la calidad de compost elaborado con microorganismos eficaces en la Provincia de Puno, destacando que la mayoría de los parámetros Físico-Químicos cumplen con las normas de calidad establecidas por la FAO. En contraste, nuestros resultados obtenidos en el Distrito de Santa Lucía evidencian una situación no muy favorable, con varios de los parámetros que exceden los límites máximos establecidos por la NTP 201.207:2020 y según el Manual de compostaje de la FAO. Sin embargo el estudio de Butron (Butron, 2023) evaluó la calidad de compost elaborado a partir de residuos orgánicos y estiércol de ganado vacuno y ovino en la comunidad de Apacheta. reportando en su estudio que solamente 4 de los 9 parámetros evaluados cumplen con los estándares de calidad especificados por la FAO y por la NTP 201.208:2021, destacando un pH de (7.25), contenido de Nitrógeno de (3.4%), Potasio de (0.9%) y materia orgánica de (68.2%). En contraste con nuestros resultados muestran una situación menos favorable ya que nuestros parámetros de pH, Fósforo y Potasio excede los límites establecidos.

Y en nuestra investigación solamente los valores de conductividad eléctrica, relación C/N, % de materia orgánica y % de nitrógeno se encontraron dentro de los límites máximos especificados en la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y en el Manual de compostaje de la FAO; sin embargo, los valores de pH, % de humedad, % de fósforo y % de potasio exceden los límites máximos especificados en las normativas antes mencionadas. Así mismo, se evaluó también la presencia de Ca y Mg en los tratamientos de compost; sin embargo, las normativas empleadas no contemplan valores máximos o mínimos para

estos parámetros. Sin embargo, la presencia de estos en los abonos orgánicos es crucial en la calidad y efectividad de un compost. Estos resultados no son muy alentadores, ya que sugieren que nuestro compost elaborado y analizado, en general, no es muy apto para poder ser comercializado o para poder ser usado en la agricultura a gran escala, ya que este no cumple con los valores máximos y mínimos que están establecidos en las normativas empleadas para la evaluación de la calidad de nuestro compost.

El incumplimiento de los valores máximos y mínimos de los parámetros evaluados puede atribuirse a varios factores, entre los que se pueden mencionar la diversidad y la calidad de residuos orgánicos, proceso de compostaje inadecuado, mala dosificación de las pilas de compostaje en el armado, condiciones ambientales y de almacenamiento y normativas muy estrictas.

En conclusión, los resultados de este estudio indican que la calidad Físico-Química del compost elaborado a partir de residuos sólidos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, en general no cumple con las normativas empleadas para la evaluación de la calidad de compost para su comercialización o para su uso en la agricultura. Sin embargo, es fundamental poder regular los factores antes mencionados, mejorando la dosificación de las pilas, caracterizando los residuos sólidos orgánicos a utilizar, realizando mayor monitoreo de los factores como temperatura y pH para realizar las correcciones necesarias, los cuales nos ayudarán a garantizar la mayor calidad de nuestro compost.

CONCLUSIONES

PRIMERA.- La calidad de compost obtenida a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, en el 2025, no es apto para su comercialización o para su aplicación como enmienda en la agricultura, ya que el compost elaborado no cumple con respecto a los parámetros Físico-Químicos establecidos en la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y en el Manual de compostaje de la FAO.

SEGUNDA.- El método de pilas empleado en la elaboración de compost no presentó ninguna dificultad, De acuerdo al método estadísticos empleado, mediante el análisis de varianza de ANOVA, no se presentó diferencias significativas entre los 3 tratamientos evaluados en cuanto al control y monitoreo de la temperatura, pH y humedad que se realizaron en campo. Concluyendo que el método de pilas empleado sí cumplió con el proceso de degradación, maduración y estabilización de nuestro compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos.

TERCERA.- De la evaluación en cuanto al cumplimiento de los valores máximos y mínimos de los parámetros Físico-Químicos de un compost de calidad de acuerdo a la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES y en el Manual de compostaje de la FAO. De los 10 parámetros evaluados de dichas muestras, solamente 04 parámetros evaluados se encontraron dentro de los valores aceptados según las normativas. Por lo tanto, es necesario revisar y optimizar las condiciones del proceso de compostaje, así como la selección de los residuos sólidos, para mejorar la calidad de compost y asegurar el cumplimiento de las normativas. Estos resultados ayudan a poder mejorar en cuanto al control constante y riguroso durante el proceso de compostaje y garantizar un producto final seguro y efectivo para su comercialización y uso en la agricultura.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. - A la municipalidad del Distrito de Santa Lucía, se le recomienda poder tomar en cuenta los resultados obtenidos en la investigación, ya que esta información es de gran utilidad en la mejora del proceso de compostaje y poder garantizar un producto de calidad que cumpla con los parámetros de calidad para la comercialización o uso en la agricultura.

SEGUNDA. - A la municipalidad del Distrito de Santa Lucía, se le recomienda realizar una selección cuidadosa de los residuos sólidos que se utilizan para la elaboración del compost, evitando la inclusión de contaminantes y residuos no biodegradables. Además de capacitar a su personal en el manejo de estos residuos y así garantizar un producto de calidad.

TERCERA. - A la Subgerencia de Servicios Públicos y Medio Ambiente, se le recomienda poder implementar monitoreos más rigurosos y constantes sobre el proceso de compostaje, teniendo mayor control en la temperatura, humedad, pH, aireación y tiempo de maduración. Lo que mejorará la degradación de los residuos orgánicos e incrementará la posibilidad de obtener un producto que cumpla con los parámetros normativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Atamari, M. R. C., & Condori, K. Y. C. (s. f.). Análisis de la calidad del compost aplicando microorganismos eficaces en la provincia de Puno-2023.
- Cantú Silva, I., & Luna Robles, E. O. (2022). Reservorio de Nitrógeno y relación C:N de un Umbrisol bajo manejo forestal en Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(72), 82-111. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i72.1055>
- Cayhono et al. (2020). Effects of compost on soil properties and yield of pineapple (ananas comusus l. merr.) on red acid soil, lampung, indonesia. *International journal of geomate*. https://www.researchgate.net/publication/349099490_effects_of_compost_on_soil_properties_and_yield_of_pineapple_ananas_comusus_l_merr_on_red_acid_soil_lampung_indonesia
- Compostaindustrial. (2014). Los nutrientes de la composta. [compostaindustrial.https://compostaindustrial.wordpress.com/2014/02/28/los-nutrientes-de-la-composta/](https://compostaindustrial.wordpress.com/2014/02/28/los-nutrientes-de-la-composta/)
- Suaña (s. f.). Compostaje de residuos orgánicos y de lenteja de agua (lemna sp.) con aplicación de microorganismos eficaces.
- Delgado, M & Garcia C. (2023). Contenido nutricional del compost a partir de residuos agropecuarios en la espam mfl. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
- Elera & Olano*. (s. f.). Determinación de la calidad del compost con aplicación de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento de residuos sólidos, la pushura provincia jaén. Universidad Nacional de Jaén.
- Farseque, (2024). Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales, aplicando activadores biológicos, Jaén. Universidad Nacional de Jaén. Recuperado de <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/672>

- Gamboa & Montero, (2021). Elaboración de abonos orgánicos mediante dos técnicas de compostaje en mercados del cantón La Troncal. Sathiri, 16(1), Article 1. <https://doi.org/10.32645/13906925.1046>
- Garrido Acosta, L. R., Florida Rofner, N., Nazar Cipriano, J., & Rengifo Rojas, A. (2023). Vista de Calidad del compost a base de residuos orgánicos urbanos en Leoncio Prado, Perú | Producción + Limpia. Recuperado 8 de abril de 2025, de <https://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/pl/article/view/3222/210210820>
- Góngora, L. A. (2016). El mal manejo de residuos sólidos un problema de valores ambientales. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/814f10a1-7b18-421f-ab02-9e5a4ee07ced/content>
- Huellas Legislativas—Boletín de la Biblioteca del Congreso de la República del Perú—No 1. (s. f.). Recuperado 4 de agosto de 2025, de <https://www.congreso.gob.pe/Docs/constitucion/constitucion/index.html#p=10>
- Influencia del compostaje mejorado en la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos en la Granja Montefino, Llachoccmayo—Ayacucho 2021. (s. f.).
- Jordán & Pizarro (2020). Elaboración de abono tipo bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria. Universidad Continental. Recuperado 21 de marzo de 2024, de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10557/1/IV_FIN_107_TI_Jord%C3%A1n_Pizarro_2020.pdf
- López et al. (2001). Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. Centro Agrícola. Universidad Central “Marta Abreu”
- Manuel Butrón. (s. f.). Evaluación de la calidad del compost en base a los residuos orgánicos y estiércol en la comunidad de Apacheta – Ilave 2022.

Márquez & Blanco (s. f.). Factores que afectan al proceso de Compostaje. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. Universidad de Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales.

Mato & Villar (2021). La importancia del compostaje en la economía circular de los residuos ganaderos. Departamento de Ecología y Biología Animal. Universidad de Vigo. Recuperado de:

<https://www.revistaambienta.es/content/dam/revistaambienta/files-1/Revista-Ambienta/compartidos/Ambienta.%20La%20importancia%20del%20compostaje%20en%20la%20econom%C3%ADa%20circular%20de%20los%20residuos%20ganaderos.pdf>

MINAM. (2024) Día de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (DIADESOL). <https://www.gob.pe/institucion/minam/campa%C3%B1as/77400-dia-de-la-gestion-integral-de-los-residuos-solidos-diadesol>

Monteverde, (2017). Reglamento del decreto legislativo n° 1278, ley de gestión integral de residuos sólidos, título i disposiciones generales.

Negro, M. J., Villa, F., Aibar, J., Alarcón, R., Ciria, P., Cristóbal, M. V., De, A., Martín, A. G., Muriedas, G. G., Labrador, C., Lacasta, C., Lezaún, J. A., Meco, R., Pardo, G., Solano, M. L., Torner, C., & Zaragoza, C. (s. f.). PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DEL COMPOST.

NTP-900.058-2019-Residuos. (2019). Gestios de Residuos Solidos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos

Pérez et al (2009). Manual de Compostaje. Amigos de la Tierra España. Gobierno de España.

Quintana, O. C., Mejía, O. B., & Martínez, D. V. M. (2006). Effect of pH on the growth of microorganisms during the maturation stage in static compost piles. 1(2).

Rodrigo et al (2014). Alternativas de valorización y eliminación de residuos sólidos urbanos. Universitat Politècnica de Valencia. Entornos Diseño y Percepción. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/303664152_Alternativas_de_valorizacion_y Eliminacion_de_residuos_solidos_urbanos

Román et al. (2013). Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Sáez (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.

Sumarriva-Bustinza, L. A., Zela-Payí, N. O., Ticona-Arapa, H. C., Chambi Condori, N., &

Chávez-Sumarriva, N. L. (2023). Manejo de residuos sólidos para el cuidado del medioambiente: Una necesidad para la calidad de vida. *Revista Alfa*, 7(20).

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.224>

Tello et al. (2018). Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. AIDIS. Recuperado 10

de abril de 2025 de

<https://www.aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-libro-aidis.pdf>

Terraza, H. (s. f.). Lineamientos estratégicos del Banco Interamericano de Desarrollo para el sector de residuos sólidos.

Udenar & González (2015). Carolina de Jesús Rosero Chicunque.

United Nations Environment Programme & International Solid Waste Association. (2024).

Global Waste Management Outlook 2024 - Beyond an age of waste: Turning rubbish into a resource. United Nations Environment Programme.

<https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>

Yañez et al. (s. f.). Evaluación del compostaje de residuos de dos agroindustrias palmiteras del Trópico de Cochabamba en silos hiperventilados. *Acta Nova*.

http://scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892007000200006

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: Evaluación de la calidad físico-Químico del compost elaborado de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, 2025

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL ¿Cuál es la calidad del compost elaborado a partir de Residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno?</p> <p>ESPECÍFICOS - ¿Cuál será la eficiencia del método en pilas empleado en el compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Puno?</p>	<p>GENERAL Evaluar la calidad Físico-Químico del compost elaborado a partir de Residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno.</p> <p>ESPECÍFICOS - Evaluar la eficiencia del método en pilas empleado en el compostaje de Residuos Sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Puno. - Determinar el cumplimiento</p>	<p>GENERAL El compost elaborado a partir de Residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, no cumple con la calidad Físico-Química.</p> <p>ESPECÍFICOS - El método en pilas empleado en el compostaje de residuos sólidos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, si es eficiente de acuerdo al tiempo y capacidad de degradación de</p>	<p>INDEPENDIENTE S Calidad Físico-Química del compost</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conductividad - pH - Humedad - Relación C/N - Nitrógeno total - Fósforo - Potasio - Calcio - Magnesio - Materia orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> - Unidad de CE (uS/cm) - Unidad de pH - Porcentaje de humedad (%) - No unidad - Porcentaje de nitrógeno (%) - Porcentaje de fósforo (%) - Porcentaje de potasio (% K₂O) - Porcentaje de calcio (% Ca) - Porcentaje de magnesio (% Mg) - Porcentaje de materia orgánica (%) 	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Descriptivo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: Compost elaborado a partir de residuos sólidos</p> <p>Muestra: Muestras de compost tomadas de puntos aleatorios de las pilas de compost</p> <p>Tipo de muestreo: Selección aleatoria de puntos de</p>
			<p>DEPENDIENTES Cumplimiento Normativo</p>	<p>Comparación con normativa NTP 201.207:2020 FERTILIZANTES</p>	<p>Análisis comparativo de los resultados obtenidos con los parámetros</p>	

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>s de los parámetros Físico-Químicos de acuerdo a la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTE S, del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno?</p> <p>- ¿Cuáles serán las concentraciones de los parámetros Físico-Químicos de acuerdo al Manual de compostaje de la FAO, del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Santa</p>	<p>de los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos Sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, de acuerdo a los parámetros de la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTE S.</p> <p>- Determinar el cumplimiento de los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos en el Distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, de acuerdo a los parámetros</p>	<p>residuos sólidos orgánicos.</p> <p>- Los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de Residuos Sólidos orgánicos en el distrito de Santa Lucía, Lampa, Puno, no cumplen con los parámetros específicos de calidad para compost respecto a la NTP 201.207:2020 FERTILIZANTE S</p> <p>- Los parámetros Físico-Químicos del compost elaborado a partir de residuos Sólidos Orgánicos en el Distrito de Santa Lucía,</p>		<p>Comparación con el Manual de compostaje de la FAO</p>	<p>establecidos en las normativas</p>	<p>muestreo para asegurar representatividad</p> <p>Técnicas: Análisis Físico-Químico, observación del proceso de compostaje</p> <p>Instrumentos: Termómetro pH-metro</p> <p>Diseño estadístico: Gráfico de barras para comparación de resultados con valores normativos</p>



PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Lucía, Lampa, Puno? Puno?	del Manual de Compostaje de la FAO.	Lampa, Puno, no cumple con los parámetros de especificos de calidad para compost respecto al Manual de Compostaje de la FAO.				

Anexo 02: Informe de ensayo N.º: IE-25-12985





INFORME DE ENSAYO N.º: IE-25-12985

Nº Id : 0000153952

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZÓN SOCIAL	: CABANA CABANA WAI KHR
2.- DIRECCIÓN	: AV. FERNANDO BELAUNDE TERRY 410 - SANTA LUCIA - LAMPA - PUNO
3.- PROYECTO	: ANALISIS DE COMPOST
4.- PROCEDENCIA	: PLANTA DE COMPOSTAJE MDSI SECTOR I IMON VERDE
5.- SOLICITANTE	: CABANA CABANA WAI KHR
6.- PRODUCTO	: Fertilizante

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000002511-2025-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2025-04-28

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
3.- NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
4.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2025-04-16
5.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: Las muestras llegaron a temperatura ambiente
6.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2025-04-16 al 2025-04-28



Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág.1 de 1

SEDE PRINCIPAL:
Av. García Ochoa N° 1877
Callejón, Cusco.
Tel: (+511) 713 0758 / 713 0636
Cel: 977 836 678 / 937 111 278

SEDE ZARUMILLA:
Protección Sanito Nr 00 L13
Bellevista, Cusco.
Cel: 977 516 675 / 932 648 480

SEDE AREQUIPA:
COCOP S. 02029 Mo. E.L. 9,
Anasjca.
Tel: (+561) 848 842
Cel: 982 998 642

SEDE PUNO:
Urb. San Esteban II Etapa
Nr. D311, P2
Cusco - Puno
Tel: (+601) 748 0638
Cel: 938 425 453

SEDE TRUJILLO:
Urb. Sol de Trujillo Nr. A.L. 28,
Alta Calaveray - Trujillo
Tel: (+01) 713 0836
Cel: 929 173 132



INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-12985

N° Id : 0000153952

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICION DE ACREDITACION / LUGAR DE ANALISIS
Materia Orgánica	Official Mexican Standard NOM-021-RECNA1-2000, AS-07 (Validated - Out of Scope).	Which establishes the specifications of fertility, salinity and soil classification. Studies, sampling and analysis. Determination of Organic Carbon.	IAS TL-833 CHALACA
Nitrogeno total	ISO 16634-2: 2016 (Validated - Modified) 2022.	Determination of Total Nitrogen Content by Combustion according to the Dumas Principle	IAS TL-833 CHALACA
Preparacion de Fertilizante	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNA1-2000, AS-01, item 7.1.1 (Fertilizante)	Preparación Muestra Fertilizante	SIN ACREDITACION
Humedad	NOM-021-RECNA1-2000, AS-05 (Validated-Out of scope).	Norma Oficial Mexicana, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis - Determinación de Humedad. 2023	IAS TL-833 CHALACA
Metales Totales ICP OES Fertilizantes Organicos	EPA Method 3050 B rev 2, 1996 / EPA Method 200.7, Rev. 4, (Validated - Modific).	Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, Tl, V, Zn, S. Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	IAS TL 833 CHALACA
Conductividad (1:10)	MVA1 AGR 002 Validated 2022	Determination of conductivity (1:1, 1:2.5, 1:10; EPS).	IAS TL 833 CHALACA

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

NOM : Norma Oficial Mexicana

ISO : International Organization for Standardization

Pág.2 de 1

SEDE PRINCIPAL:
Av. Casco Chetico N° 1877
Chalaca, Callao
Tel: (+51) 713 0706 / 713 0636
Cel: 977 936 676 / 937 411 479

SEDE ZARUMILLA:
Protección Zarumilla Mz DC L12
Bellevista, Callao
Cel: 977 516 676 / 932 646 480

SEDE AREQUIPA:
OCCP S USUR Mz. E L1 6
Arequipa
Tel: (+51) 816 845 843
Cel: 962 976 642

SEDE PIURA:
Urb. San Isidro III Etapa
Mz. D111, D2
San José Piura
Tel: (+51) 713 0626
Cel: 938 495 353

SEDE TRUJILLO:
Urb. Sol de Trujillo Mz. A11 28
Alto Salaverry - Trujillo
Tel: (+51) 713 0686
Cel: 969 175 122

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-12985

N° Id.: 0000153952

V.- RESULTADOS

ITEM				1
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-32460
FUNDOLOTE/PARCELA/COORDENADAS				PLANTA DE COMPOSTAJE - SECT. LIMON VERDE
DESCRIPCIÓN ^(*)				ABONO ORGÁNICO (COMPOST)
TIPO DE PRODUCTO ^(**)				Fertilizante Orgánico
SUB TIPO PRODUCTO ^(**)				Compost
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)				11-04-2025 14:00
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)				11-04-2025
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad (1:10) ²	uS/cm	NA	0,01	1.743,00
pH (1:10) ²	Unidad de pH	NA	0,01	9,12
Humedad ²	%	0,05	0,10	52,32
Preparación de Fertilizante ^(**)	no unidad	NA	NA	FINALIZADO
Materia Orgánica ²	%	0,05	0,10	29,53
Metales Totales ICP-OES - Fertilizantes Orgánicos				
Calcio ²	%	0,01	0,03	6,61
Fosforo ²	% P2O5	0,02	0,06	1,46
Magnesio ²	%	0,02	0,06	0,51
Potasio ²	% K2O	0,01	0,03	1,38
Nitrógeno Total ²	%	0,30	0,60	1,23
Relación C/N (Carbono y Nitrógeno) ²	no unidad	0,2	0,5	14,0

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite en cuantificación del método, "²"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "²"= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(**) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.1 de 1

SEDE PRINCIPAL:
Av. Casco Viejo N° 1877
Callejón, Callao
Tel: (+51) 713 0736 / 713 0636
Cel: 977 836 678 / 977 411 479

SEDE ZARUMILLA:
Protección Zarumilla Mo DC L12
Bellevista, Callao
Cel: 977 518 678 / 932 646 480

SEDE AREQUIPA:
COOP S USUR Mo. E.L. 9,
Arequipa
Tel: (+51) 848 883 883
Cel: 982 976 642

SEDE PIURA:
Urb. San Isidro III Etapa
Mo. D111, D2,
San José, Piura
Tel: (+51) 713 0626
Cel: 838 495 353

SEDE TRUJILLO:
Urb. Sol de Trujillo Mo. ALL 28,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel: (+51) 713 0686
Cel: 969 175 122

 www.alab.com.pe

Anexo 03: Informe de ensayo N.º: IE-25-12989



ALAB
ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.



IAS
ACCREDITED
Testing Laboratory
TL - 833

INFORME DE ENSAYO N.º: IE-25-12989

Nº Id.: 0000153955

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL	: CABANA CABANA WALKER
2.- DIRECCIÓN	: AV.FERNANDO BELAUNDE TERRY 410 - SANTA LUCIA - LAMPA - PUNO
3.- PROYECTO	: ANALISIS DE COMPOST
4.- PROCEDENCIA	: PLANTA DE COMPOSTAJE - MDSL- SECTOR LIMON VERDE
5.- SOLICITANTE	: CABANA CABANA WALKER
6.- PRODUCTO	: Fertilizante

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000002511-2025-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2025-04-28

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
3.- NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
4.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2025-04-16
5.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: Las muestras llegaron a temperatura ambiente
6.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2025-04-16 al 2025-04-28



Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N° 221809



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el Informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág.1 de 4

SEDE PRINCIPAL:
Av. Guardia Civil N° 1877,
Bellavista, Callao.
TEL: (+51) 713 0755 / 713 3626
CEL: +51 973 316 072 / 923 316 279

SEDE ZARUMILLA:
Principales Zapachos N° 03 U.S.,
Bellavista, Callao.
CEL: 977 316 475 / 932 644 460

SEDE AREQUIPA:
CALLE SAGUO N° 0 U.S.,
Arequipa.
TEL: (+51) 833 842
CEL: 902 940 642

SEDE PIURA:
180, San Martín E. Chapu,
U.S. 03 U.S.,
Caramba - Piura.
TEL: (+51) 722 8206
CEL: 993 479 333

SEDE TRUJILLO:
181, San Martín E. Chapu,
Alo Salaverry - Trujillo.
TEL: (+51) 722 0506
CEL: 902 870 333

www.alab.com.pe

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Materia Orgánica	Oficial Mexican Standard NOM-021-RECNAT-2000, AS-07 (Validated - Out of Scope).	Which establishes the specifications of fertility, salinity and soil classification. Studies, sampling and analysis - Determination of Organic Carbon.	IAS TL-833 CHALACA
Nitrógeno Total	ISO 16634-2: 2016 (Validated - Modified) 2022.	Determination of Total Nitrogen Content by Combustion according to the Dumas Principle.	IAS TL-833 CHALACA
Preparación de Fertilizante	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, AS-01, ítem 7.1.1 (Fertilizante)	Preparación Muestra Fertilizante	SIN ACREDITACION
Humedad	NOM-021-RECNAT-2000, AS-05 (Validated-Out of scope).	Norma Oficial Mexicana, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis - Determinación de Humedad. 2023	IAS TL-833 CHALACA
Metales Totales ICP-OES - Fertilizantes Organicos	EPA Method 3050 B rev.2, 1996 / EPA Method 200.7, Rev. 4, (Validated - Modified).	Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, Tl, V, Zn, S. Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Solis / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	IAS TL-833 CHALACA
Conductividad (1:10)	MVAL-AGR-002. Validated 2022.	Determination of conductivity (1:1; 1:2.5; 1:10; EPS).	IAS TL-833 CHALACA

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

NOM: Norma Oficial Mexicana

ISO: International Organization for Standardization



INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-12989

N° Id.: 0000153955

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
pH (1:10)	MVAL-AGR-001, Validated 2022.	pH Determination (1:1; 1:2.5; 1:10; EPS)	IAS TL-833 CHALACA
Relación C/N (Carbono y Nitrógeno)	MVAL-AGR-022. (Validated - Modified)	Calculated by ratio between TOC: NOM-021-RECNAT-2000, AS-07 (Validated Out of Scope) and Nitrogen: ISO 16634-2: 2016	IAS TL-833 CHALACA

Pág.3 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Clásica N° 2377,
Belmonte, Callao.
TEL: (+51) 713 0159 / 713 9638
CEL: 977 516 075 / 907 83 279

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla-MI 02 U.S.
Sillabotta, Callao.
CEL: 977 516 075 / 930 645 460

SEDE AREQUIPA
COOP. DESARROLLO S. R. L. S.
Arequipa
TEL: (+51) 434 433 940
CEL: 903 540 642

SEDE PUURA
Dist. San Andrés B. Depto.
M. S. U. S. C.
Cuzco - Puno
TEL: (+51) 713 1126
CEL: 903 470 123

SEDE TRUJILLO
Dist. San Andrés B. M. A. L. L. S.
Alta Selva - Trujillo
TEL: (+51) 713 0136
CEL: 903 470 123

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-12989

N° Id.: 0000153955

V.- RESULTADOS

ITEM	1			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-25-32470			
FUNDO/LOTE/PARCELA/COORDENADAS	PLANTA DE COMPOSTAJE - SL - SECT. LIMON VERDE			
DESCRIPCIÓN (*)	ABONO ORGÁNICO (COMPOST)			
TIPO DE PRODUCTO (*)	Fertilizante Organico			
SUB TIPO PRODUCTO (*)	Compost			
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) (**)	11-04-2025 14:00			
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) (**)	11-04-2025			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad (1:10) ²	uS/cm	NA	0,01	1 847,00
pH (1:10) ²	Unidad de pH	NA	0,01	8,92
Humedad ²	%	0,05	0,10	50,45
Preparación de Fertilizante (**)	no unidad	NA	NA	FINALIZADO
Materia Orgánica ²	%	0,05	0,10	27,50
Metales Totales ICP-OES - Fertilizantes Organicos				
Calcio ²	%	0,01	0,03	6,648
Fosforo ²	% P ₂ O ₅	0,02	0,06	1,43
Magnesio ²	%	0,02	0,06	0,58
Potasio ²	% K ₂ O	0,01	0,03	1,39
Nitrógeno Total ²	%	0,30	0,60	1,18
Relación C/N (Carbono y Nitrógeno) ²	no unidad	0,2	0,5	14,5

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c*- Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *c*- Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(**) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.4 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Olaya N° 3877,
Belmonte, Callao.
Tel: (+51) 715 0755 / 713 3656
Cel: 977 516 672 / 977 332 379

SEDE ZARUMILLA
Provincia de Zarumilla No 07 U.I.,
Belmonte, Callao.
Cel: 977 516 672 / 952 645 460

SEDE AYSQUEN
C.O.S.P. 1222002, No. 8 U.I. B,
Aysquen.
Tel: (+51) 433 342
Cel: 952 546 612

SEDE PARRA
U.N. San Martín s. Diego,
Vía 03 U. 02,
Castilla - Piura.
Tel: (+51) 712 0206
Cel: 993 470 133

SEDE TRUJILLO
U.N. José de Trujillo No. 111, 28,
Alca Suroeste - Trujillo,
Tel: (+51) 713 0536
Cel: 929 470 133

 www.alab.com.pe

Anexo 04: Informe de ensayo N.º: IE-25-12991





INFORME DE ENSAYO N.º: IE-25-12991

Nº Id: 0000153958

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL	: CADANA CADANA WALKER
2.- DIRECCION	: AV. HERNANDO BELLAUNDE FERRY 410 - SANTA LUCIA - LAMPA - PUNO
3.- PROYECTO	: ANALISIS DE COMPOST
4.- PROCEDENCIA	: PLANTA DE COMPOSTAJE MUSL - SECTOR LIMON VERDE
5.- SOLICITANTE	: CADANA CADANA WALKER
6.- PRODUCTO	: Fertilizante

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N.º	: 000002511 2025 0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	: 2025-04-28

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
3.- NÚMERO DE MUESTRAS	: 1
4.- FECHA DE RECEPCIÓN	: 2025-04-16
5.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN	: Las muestras llegaron a temperatura ambiente
6.- PERÍODO DE ENSAYO	: 2025-04-16 al 2025-04-28



Eder Sergio Recuay Granados
Supervisor de laboratorio Agronomía
Ing. Químico
CIP N.º 221809



Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

Pág. 1 de 1

SEDE PRINCIPAL
Av. Ciudad de Arequipa N.º 1877,
BARRIO 20, CALLE
TEL: (+51) 718 0756 / 718 0626
CEL: 977 835 835 / 987 111 490

SEDE ZARUMILLA
Desagüero de Zumbita N.º 1113,
BARRIO 20, CALLE
TEL: 977 519 875 / 982 646 400

SEDE AREQUIPA
CALLE SANTIAGO DE LOS RIOS
N.º 1000
TEL: (+51) 836 843
CEL: 982 846 842

SEDE PUNO
CALLE SANTIAGO DE LOS RIOS
N.º 1000
TEL: (+51) 718 0616
CEL: 918 579 330

SEDE TRUJILLO
CALLE SANTIAGO DE LOS RIOS N.º 111,
AV. SÁNCHEZ - TRUJILLO
TEL: (+51) 713 0686
CEL: 919 475 139

www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-12991

N° Id : 0000153958

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICION DE ACREDITACION / LUGAR DE ANALISIS
Materia Orgánica	Official Mexican Standard NOM-021-RECNA1-2000, AS-07 (Validated - Out of Scope).	Which establishes the specifications of fertility, salinity and soil classification. Studies, sampling and analysis Determination of Organic Carbon.	IAS TL-833 CHALACA
Nitrogeno Total	ISO 16634-2: 2016 (Validated - Modified) 2022.	Determination of Total Nitrogen Content by Combustion according to the Dumas Principle	IAS TL-833 CHALACA
Preparacion de Fertilizante	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNA1-2000, AS-01, item 7.1.1 (Fertilizante)	Preparación Muestra Fertilizante	SIN ACREDITACION
Humedad	NOM-021-RECNA1-2000, AS-05 (Validated-Out of scope).	Norma Oficial Mexicana, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis - Determinación de Humedad. 2023	IAS TL-833 CHALACA
Metales Totales ICP OES Fertilizantes Organicos	EPA Method 3050 B rev 2, 1996 / EPA Method 200.7, Rev. 4, (Validated - Modific).	Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, Tl, V, Zn, S. Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	IAS TL 833 CHALACA
Conductividad (1:10)	MVA1 AGR 002 Validated 2022	Determination of conductivity (1:1, 1:2.5, 1:10; EPS).	IAS TL 833 CHALACA

EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

NOM : Norma Oficial Mexicana

ISO : International Organization for Standardization

Pág.2 de 1

SEDE PRINCIPAL:
Av. García Chacón N° 1877
Chalaca, Callao.
Tel: (+51) 713 0706 / 713 0636
Cel: 977 936 676 / 937 411 479

SEDE ZARUMILLA:
Protección Zarumilla Mo DC L12
Bellevista, Callao.
Cel: 977 516 676 / 932 646 480

SEDE AREQUIPA:
OCCP S USUR Mo. E L: 6,
Arequipa
Tel: (+51) 816 845 843
Cel: 962 976 642

SEDE PIURA:
Urb. San Isidro III Etapa
Mo. D111, D2
San José Piura
Tel: (+51) 713 0626
Cel: 938 495 353

SEDE TRUJILLO:
Urb. Sol de Trujillo Mo. ALL 28,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel: (+51) 713 0686
Cel: 969 175 122

 www.alab.com.pe



INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-12991

N° ID : 0000153958

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICION DE ACREDITACION / LUGAR DE ANALISIS
pH (1:10)	MVAL-AGR-001, Validated 2022.	pH Determination (1:1; 1:2.5; 1:10; EPS)	IAS TL-833 CHALACA
Relación C/N (Carbono y Nitrogeno)	MVAL AGR 022. (Validated Modified)	Calculated by ratio between TOC, NOM 021 RECHAT 2000, AS 07 (Validated Out of Scope) and Nitrogen: ISO 10034-2: 2010	IAS TL 833 CHALACA

Pág.3 de 4

SEDE PRINCIPAL:
Av. García Chacabco N° 1877,
Chalaca, Chicla,
Tel: (+51) 713 0706 / 713 0636
Cel: 977 936 676 / 937 411 979

SEDE ZARUMILLA:
Protección Zarumilla Mo DC L12
Bellevista, Chicla,
Tel: 977 516 676 / 932 646 480

SEDE AREQUIPA:
COOP S USUR Mo. E L1 6,
Arequipa,
Tel: (+51) 816 843 843
Cel: 962 976 642

SEDE PIURA:
Urb. San Isidro III Etapa,
Mo. D111, D2,
San Isidro, Piura,
Tel: (+01) 713 0626
Cel: 938 495 353

SEDE TRUJILLO:
Urb. Sol de Trujillo Mo. ALL 28,
Alto Salaverry - Trujillo,
Tel: (+01) 713 0686
Cel: 969 175 122

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-12991

N° Id.: 0000153958

V. - RESULTADOS

ITEM	1			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-25-32477			
FUNDOLOTE/PARCELA/COORDENADAS	PLANTA DE COMPOSTAJE - SU - SECT. LIMON VERDE			
DESCRIPCIÓN ^(*)	ABONO ORGANICO (COMPOST)			
TIPO DE PRODUCTO ^(**)	Fertilizante Organico			
SUB TIPO PRODUCTO ^(**)	Compost			
INICIO DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)	11-04-2025 14:30			
FIN DE MUESTREO (FECHA y HORA) ^(**)	11-04-2025			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad (1:10) ²	uS/cm	NA	0,01	2 480,00
pH (1:10) ²	Unidad de pH	NA	0,01	9,02
Humedad ²	%	0,05	0,10	50,13
Preparación de Fertilizante ^(**)	no unidad	NA	NA	FINALIZADO
Materia Orgánica ²	%	0,05	0,10	26,91
Metales Totales ICP-OES - Fertilizantes Organicos				
Calcio ²	%	0,01	0,03	6,35
Fosforo ²	% P2O5	0,02	0,06	1,41
Magnesio ²	%	0,02	0,06	0,56
Potasio ²	% K2O	0,01	0,03	1,38
Nitrógeno Total ²	%	0,30	0,60	1,10
Relación C/N (Carbono y Nitrógeno) ²	no unidad	0,2	0,5	14,2

(*) El Ensayo indicado no ha sido acreditado

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite en cuantificación del método, " \leq "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " \leq "= Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

(**) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI. - OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.1 de 1

SEDE PRINCIPAL:
Av. Casco Viejo N° 1877
Callejón, Callao
Tel: (+51) 713 0736 / 713 0636
Cel: 977 836 678 / 937 411 479

SEDE ZARUMILLA:
Protección Zarumilla Mo DC L12
Bellevista, Callao
Cel: 977 818 678 / 932 648 480

SEDE AREQUIPA:
COOP S USUR Mo. E.L. 9,
Arequipa
Tel: (+51) 818 883
Cel: 922 976 642

SEDE PIURA:
Urb. San Isidro III Etapa
Mo. D111, D2
Callejón Piura
Tel: (+51) 713 0626
Cel: 818 495 353

SEDE TRUJILLO:
Urb. Sol de Trujillo Mo. ALL 28,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel: (+51) 713 0686
Cel: 969 175 122

 www.alab.com.pe

Anexo 05: Panel fotográfico



Figura 20: Armado de pilas de compostaje (adición de residuos orgánicos)



Figura 21: Armado de pilas de compostaje (adición de aserrín).



Figura 22: Armado de pilas de compostaje (adición de cal).



Figura 23: Monitoreo de Parámetros en pilas de compostaje.



Figura 24: Monitoreo del pH en pilas de compost.

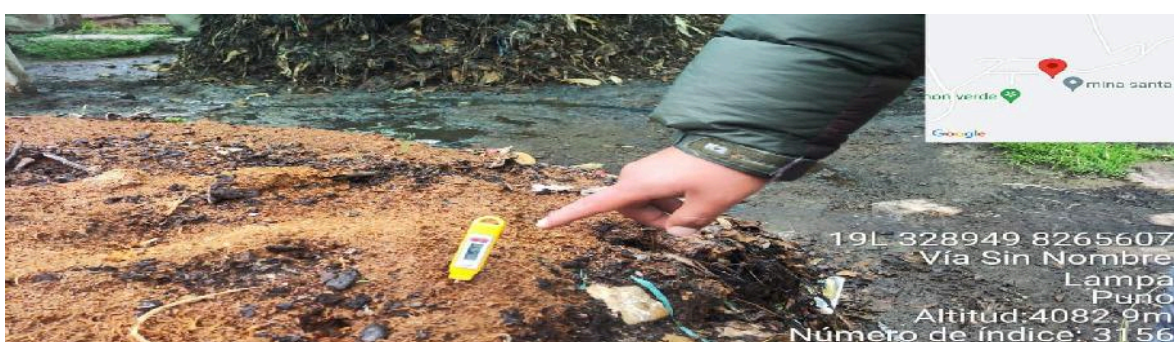


Figura 25: Monitoreo de la temperatura en pilas de compost.



Figura 26: Pilas de compost en maduración.



Figura 27: Monitoreo de pH en compost maduro.



Figura 28: Monitoreo de temperatura en compost maduro.



Figura 29: Selección de puntos para muestreo



Figura 30: Tamizado del compost extraído para el muestreo.



Figura 31: Homogeneización del compost para muestreo.



Figura 32: Muestreo de compost para el análisis Físico-químico.



Figura 33: Pesado de muestras para el análisis Físico-Químico.