

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**PROCESO DE COMPOSTAJE CON LA APLICACIÓN DE
MICROORGANISMOS EFICACES Y *Trichoderma sp*, DE RESIDUOS
ORGANICOS PROCEDENTES DE LOS MERCADOS DEL DISTRITO
DE SANTIAGO - CUSCO**

PRESENTADO POR:

Bach. YESENIA MAMANI CENTENO

Bach. VIRGINIA CHOQUETOCRO MAMANI

**PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE BIOLOGO**

ASESORA:

Dra. ISABEL RODRIGUEZ SANCHEZ

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD
(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: **“PROCESO DE COMPOSTAJE CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES Y *Trichoderma sp*, DE RESIDUOS ORGÁNICOS PROCEDENTES DE LOS MERCADOS DEL DISTRITO DE SANTIAGO – CUSCO”**

presentado por: Bach. **MAMANI CENTENO YESENIA** con DNI Nro.: 48563442, presentado por: Bach. **CHOQUETOCRO MAMANI VIRGINIA** con DNI Nro.: 70503698, para optar el título profesional/grado académico de **BIOLOGO**.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por **DOS** veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9 %.

**Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación
conducentes a grado académico otítulo profesional, tesis**

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 28 de octubre de 2024.


.....
Firma

Dra. Isabel Rodríguez Sánchez

Nro. de DNI: 23963444

ORCID del Asesor: 0000-0002-12666382

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid 27259:395975548** ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

**PROCESO DE COMPOSTAJE CON LA AP
LICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFIC
ACES Y Trichoderma sp DE RESIDUOS O
RG**

AUTOR

**YESENIA & VIRGINIA MAMANI & CHOQU
ETOCRO**

RECUENTO DE PALABRAS

22311 Words

RECUENTO DE CARACTERES

127477 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 19, 2024 6:04 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 19, 2024 6:06 PM GMT-5

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Dios, por apoyarme en el transcurso de toda mi carrera profesional, por darme su amor, fortaleza para seguir adelante y no desmayar en los problemas, enseñándome encarar las adversidades que se me presentaban, sin desfallecer en el intento.

A mis padres Policarpo y Celia María por su apoyo, consejos, comprensión, ayuda, amor en mis momentos difíciles y ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y darme todo lo que soy como persona, mi carácter, mis principios, mi perseverancia, y mi coraje para seguir mis objetivos. Ustedes son mi inspiración para terminar con este trabajo.

A mis hermanos Marco, Poli, Elías, por su amor y protección que siempre me brindan, a mi hermano Yuri que a pesar que ya no está conmigo me sigue cuidando, fuiste testigo de todo mi proceso de aprendizaje y sé que estarías orgulloso de mí, para ti hermano hasta el cielo.

A mis mascotas incondicionales kira y zasy que me recordaron que la vida es más que un título académico, gracias por la diversión, amor y su compañía durante este proceso.

A mis amigos que fueron un gran apoyo en mi formación profesional especialmente: Gaby China, Rubén, que siempre estuvieron conmigo desde el inicio de la carrera dándome su apoyo incondicional, gracias a todos los que me brindaron su ayuda para terminar este trabajo.

Yesenia Mamani Centeno

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor y cariño a DIOS que me dio la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño principalmente a mis padres Luisa y Francisco que me dieron la vida y por darme una carrera y creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles con la partida de papa', siempre han estado brindándome todo su amor,

A mis hermanos Fredy, Vilma, Brisaida y Roxana, gracias por estar conmigo, los quiero mucho. A mis, sobrinas y sobrinitos, muchas gracias por estar conmigo y regalarme sonrisas con la inocencia que les caracteriza a cada uno.

Agradezco a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la facultad de Biología, a mis profesores por confiar en mí, quienes nunca desistieron al enseñarme, a ellos que continuaron depositando su confianza y esperanza en mí, gracias por su paciencia y empatía, por apoyarme en momentos difíciles.

Agradezco el haber tenido unos profesores tan buenas personas como lo son ustedes, a mi asesora Isabel Rodríguez y a muchos profesionales que me guiaron en este camino denominado tesis, instituciones como INIA, Bioplág, municipalidad distrital de San Pablo, entre otros, agradezco a mis compañeros de trabajos, EPS EMPSAPAL Sicuani, Municipalidad distrital de Santiago , Instituto de investigación de glaciares- INAIGEM y cada lugar que recorrí con esta hermosa carrera que cada día me enseña lo bonito que es seguir nuestra pasión.

Agradezco a mi compañera y amiga de estudios Yesenia Mamani quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir, gracias por ser esa personita con personalidad excepcional, por tu tolerancia y amistad desde el inicio de nuestra carrera.

Virginia Choquetocro Mamani

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo agradecemos a Dios por darnos fuerzas para continuar día a día y darnos sabiduría para mejorar profesionalmente, porque cuando se cree y se persevera las cosas salen bien.

Gracias A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco a la escuela profesional de Biología, a nuestros docentes por la enseñanza brindada en nuestra formación profesional.

Gracias a nuestros padres y familia, nuestros pilares que por su apoyo amor y cariño fueron nuestros incentivos día a día para culminar esta tesis

Gracias a nuestra asesora Dra. Isabel Rodríguez Sánchez por su valiosa asesoría, aceptación paciencia, apoyo, durante el proceso de la investigación.

Gracias a los funcionarios públicos de la Municipalidad de Santiago Blgo Frida Apaza Quispe, Dr. Federico Churata

A los amigos entrañables que siempre estaban hay con su apoyo incondicional Sr. Genaro Huamán y Sr Alejandro, a los trabajadores municipales de la planta de compostaje Alex Lonconi, Gustavo Rimachi, Joel Cusi, Kevin lavilla, Gerardo Demetrio, Carlos, entre otros por su apoyo incondicional en el enriquecimiento de esta tesis

A los compañeros y amigos de la escuela Profesional de Biología, por siempre estar incentivándonos y apoyándonos

A todas las personas que se nos hace muy difícil colocar los nombres por miedo de olvidarnos de alguien. Por su incondicional apoyo y aportar de una u otra manera para la culminación de esta tesis.

Un sincero agradecimiento a todos por formar parte de esto.

INDICE

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN	ii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	iii
JUSTIFICACION	iv
OBJETIVOS.....	v

CAPITULO I MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes	1
1.2. Residuos Sólidos:	6
1.2.1 Clasificación de los residuos solidos.....	6
1.2.2 Residuos sólidos organicos.....	9
1.2.3 Valorización de Residuos Sólidos	9
1.3 Abonos Orgánicos.....	10
1.3.1 Tipos De Abonos Orgánicos.....	10
1.3.2 Ventajas De los Abonos Orgánicos	10
1.4 Caracterización de Residuos Solidos	11
1.4.1 Determinación de parámetros.....	12
a. Generación Per-cápita.....	12
b. Composicion	13
c. Densidad.....	13
d. Humedad	13
1.5 Compostaje.....	13
1.5.1 Compost.....	14
1.5.2 Etapas o Fases del proceso de compostaje	14
1.5.3 Factores que Influyen en el Compostaje.....	16
1.5.4 Sistema de Compostaje.....	24
1.6 Aceleradores Orgánicos.....	27
1.6.1 Microorganismos Eficientes (EM).	27
1.6.2 <i>Trichoderma spp.</i>	30
1.7 Base Legal	32

CAPITULO II AREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación.....	36
2.1.1 Política.....	36
2.1.2 Geográfica.....	36
2.2 Accesibilidad.....	39
2.3 Geología.....	39
2.4 Geomorfología.....	39
2.5 Clima.....	40
2.6 Ecosistema.....	41
2.7 Suelos.....	42

CAPITULO III MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.....	44
3.1.1 Biológico.....	44
3.1.2 Campo.....	44
3.1.3 Gabinete.....	45
3.2 Método.....	45
3.2.1 Tipo de Investigación.....	45
3.2.2 Caracterización de Residuos Sólidos generados en los mercados del distrito de Santiago...	45
3.2.3 Determinar el proceso de compostaje aplicando aceleradores Microorganismos Eficaces - EM y <i>Trichoderma sp</i> en tiempo y cantidad en la producción de compost.....	52
3.2.3.1 Acondicionamiento para el Proceso de Compostaje.....	52
3.2.3.2 Picado y/o Reducción de los Residuos Sólidos Orgánico.....	53
3.2.3.3. Ubicación de las pilas para el proceso de compostaje.....	53
3.2.3.4 Activación y Preparación de los Aceleradores.....	53
a) Activación de los microorganismos eficientes.....	55
b) preparación del <i>Trichoderma sp</i>	56
3.2.3.5 Instalación de las pilas de compostaje y aplicación de los aceleradores.....	57
3.2.3.6 Parametros evaluados en el proceso de compostaje.....	58
a) Temperatura.....	62
b) pH.....	62
c) Humedad.....	63
3.2.4 Determinación de la Calidad del Compost posterior al tratamiento.....	63
3.2.4.1 Análisis de la Composición Química del Compost maduro.....	65
3.2.4.2 Análisis de Metales pesados.....	66

3.2.4.3 Análisis microbiológicos de los compost maduro.....	66
---	----

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LOS MERCADOS DEL DISTRITO DE SANTIAGO.....	67
4.1.1 Composición por tipo de Residuos Sólidos	68
4.1.2 Generación de residuos sólidos por mercado día	69
4.1.3 Densidad de residuos sólidos orgánicos.	70
4.1.4 Humedad de los residuos sólidos orgánicos.	71
4.2 PROCESO DE COMPOSTAJE APLICANDO ACELERADORES MICROORGANISMOS EFICACES - EM Y TRICHODERMA SP EN TIEMPO Y CANTIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST.....	72
4.2.1 Parámetros evaluados en el proceso de compostaje.....	71
a) Monitoreo de la temperatura	71
b) Monitoreo del pH.....	72
c) Monitoreo de la humedad	73
4.2.2. Producción del compost de los residuos sólidos orgánicos.	74
4.3 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL COMPOST MADURO POSTERIOR AL TRATAMIENTO	76
4.3.1 Análisis Químicos del compost maduro.	76
4.3.2. Análisis de metales pesados	78
4.3.3 Análisis Bacteriológico.....	79

DISCUSIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Código de colores para los residuos del ámbito municipal Según la N.T.P. 900.058. 2019.....	8
Tabla 2 Valores establecidos por INACAL en compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales.	20
Tabla 3 Metales Pesados establecidos por INACAL en compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales.....	20
Tabla.4 Análisis Microbiológicos establecidos por INACAL Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales.	20
Tabla 5 Temperatura precisa para la eliminación de algunos patógenos.....	21
Tabla 6 Límites de la planta compostera	36
Tabla 7 Datos de la Temperatura y precipitación de la Estación Meteorológica Perayoc – UNSAAC (2011 – 2022)	40
Tabla 8 Ficha de registro de pesos de muestreo para el análisis de composición por tipo de Residuos Sólidos.....	49
Tabla 9 Codificación de los tratamientos para el proceso de compostaje	61
Tabla 10 Parámetros y métodos utilizados para el análisis químico del compost maduro.....	65
Tabla 11 Metales pesados según la NTP201.208.2021	66
Tabla 12 Análisis Microbiológico del compost maduro.....	66
Tabla 13 Cantidad de residuos sólidos recolectados por mercado en 7 días.	67
Tabla 14 Cantidad por tipo de residuos sólidos de los 4 mercados.	68
Tabla 15 Composición por tipo de residuos sólidos de los 4 mercados	69
Tabla 16 Proyección de residuos sólidos orgánicos de los cuatro mercados en estudio	69
Tabla 17 Calculo del volumen para la densidad de residuos sólidos.....	70
Tabla 18 Densidad promedio(Sp) de residuos sólidos orgánicos de los cuatro mercados	70
Tabla 19 Producción de la cantidad de compost obtenido por tratamiento	74
Tabla 20 Cantidad y tiempo en la obtención del compost maduro de los 4 tratamientos.....	74
Tabla 21 Resultados químicos de contenido en Nutrientes del compost de los 4 tratamientos...	76
Tabla 22 Resultados químicos de Metales pesados del compost maduro de los 4 tratamientos	78
Tabla 23 Resultados bacteriológicos del compost maduro de los cuatro tratamientos.....	79

Tabla 24 Promedio de temperaturas de los años 2015 – 2021 estación de PERAYOC**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 25 Promedios de la precipitación de los años 2015- 2022 de la estación meteorológica de PERAYOC..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 26 Dimensiones del camión empleado para la recolección de residuos sólidos de los mercados del distrito de Santiago 98

Tabla 27 Peso de los residuos sólidos recolectados por día de los cuatro mercados del Distrito de Santiago..... 98

Tabla 28 Monitoreo de la temperatura por día de los 3 tratamientos y el compost testigo .**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 29 Monitoreo del pH por semanas de los 3 tratamientos y el compost testigo.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 30 Monitoreo de la Humedad por semanas de los 3 tratamientos y el compost testigo **¡Error! Marcador no definido.**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases del proceso de compostaje.....	16
Figura 2 Temperatura oxígeno y pH para el proceso de compostaje FAO 2013.....	22
Figura 3 Sistema con aireación pasiva.....	25
Figura 4 Microorganismos que conforman los productos EM (bacterias ácido lácticas, bacterias foto trópicas y levaduras).....	28
Figura 5 Ubicación geográfica de la comunidad de Mayrasco del distrito de Santiago.....	37
Figura 6 Ubicación de la planta de valorización de la municipalidad de Santiago	38
Figura 7 Climatodiagrama de la estación Perayoc – UNSAAC (2015– 2022)	41
Figura 8 Vehículo recolector y transportador de residuos sólidos orgánicos	46
Figura 9 Descarga de Residuos sólidos orgánicos recolectados de los Mercados del distrito de Santiago.....	47
Figura 10 Dimensiones del cilindro utilizado.....	50
Figura 11 Dimensiones del cilindro para hallar la densidad.....	51
Figura 12 Disminución de los residuos sólidos después de las tres sacudidas	51
Figura 13 Acondicionamiento de la Planta de Valorización de Residuos Sólidos en la comunidad de Mayrasco-Santiago	52
Figura 14 Diagrama de la ubicación de las pilas composteras donde se dará el proceso de compostaje	54
Figura 15 Materiales utilizados para la activación del EM compost.....	55
Figura 16 Preparación para la activación del EM compost	56
Figura 17 Preparación de Trichoderma sp en agua sin cloro.....	57
Figura 18 Armado de las pilas composteras mediante capas.....	58
Figura 19 Riego de las pilas composteras.....	59
Figura 20 Pilas composteras listas para el proceso de compostaje.....	60
Figura 21 Medición de la Temperatura de las pilas composteras	62
Figura 22 Medición del pH de las pilas composteras	62
Figura 23 Riego de las pilas composteras para mantener su humedad.....	63
Figura 24 Zarandeo del compost	64
Figura 25 Compost maduro	64

Figura 26 Muestras de compost maduro en el laboratorio MC QUIMICALAB.....	65
Figura 27 Cantidad de residuos sólidos recolectados en 7 días de los cuatro mercados.	67
Figura 28 Densidades por días y promedio de la densidad de los residuos sólidos orgánicos	¡Error! Marcador no definido.
Figura 29 Comportamiento de la temperatura durante el proceso de compostaje.....	71
Figura 30 Comportamiento del pH a lo largo del tiempo.....	72
Figura 31 Comportamiento de la Humedad durante el proceso de compostaje.	73
Figura 32 Cantidad de compost maduro posterior al Zarandeo.....	75
Figura 33 Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos.....	92
Figura 34 Modulo para la elaboración del compost	92
Figura 35 Acopio de residuos orgánicos en el mercado Virgen Asunta.....	92
Figura 36 Descarga de residuos en la planta de valorización de Mayrasco- Santiago	92
Figura 37 Pilas con el tratamiento 2	93
Figura 38 Armado de la pila con tratamiento	93
Figura 39 Fase termófila de las pilas	93
Figura 40 Espolvoreo cenizo después del volteo.....	93
Figura 41 Fase de enfriamiento	94
Figura 42 Pilas sin tratamiento en la fase mesófila II o de enfriamiento.....	94
Figura 43 Monitoreo en la fase mesófila II o de enfriamiento de la temperatura.....	94
Figura 44 Volteo de las pilas	94
Figura 45 Modulo con dos tratamientos y sus repeticiones.....	95
Figura 46 Pilas composteras en la Fase de Maduración antes del Zarandeo	95
Figura 47 Fase de maduración	95
Figura 48 Compost maduro después del zarandeo	95
Figura 49 Materiales para la preparación del Trichoderma sp	96
Figura 50 Preparación del Trichoderma sp.....	96
Figura 51 Monitoreo de los parámetros de temperatura, humedad y pH	96
Figura 52 Abrigo con pasto seco de las pilas.....	97
Figura 53 Monitoreo de la temperatura	97
Figura 54 Monitoreo de humedad en la fase termófila.....	97
Figura 55 Monitoreo de la temperatura en la fase mesófila I	97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación sobre PROCESO DE COMPOSTAJE CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES Y *Trichoderma sp*, DE RESIDUOS ORGANICOS PROCEDENTES DE LOS MERCADOS DEL DISTRITO DE SANTIAGO - CUSCO, se realizó en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos de la Municipalidad distrital de Santiago en el año 2022 teniendo como objetivos, Realizar la caracterización de residuos sólidos generados en los mercados del distrito de Santiago, determinar el proceso de compostaje aplicando aceleradores Microorganismos Eficaces - EM y *Trichoderma sp* en tiempo y cantidad en la producción de compost, así mismo determinar la calidad del compost maduro posterior al tratamiento. A través de 3 metodologías: Gravimetría , volumetría propuesta por Dr. Kunitoshi Sakurai y el método de pilas composteras según el manual de compostaje de la FAO, utilizando un testigo y 3 tratamientos, cada una con 3 repeticiones haciendo un total de 12 pilas, obteniendo los resultados siguientes: En composición de residuos sólidos orgánicos de los 4 mercados en 7 días con 18628.30 kg que equivale al 99.74% del total de residuos sólidos, con una generación de residuos sólidos orgánicos de 665.29 kg/mercado/día, la densidad promedio de 636.89 kg/m³ y con una proyección al año de 240.90 ton/mercado/año. Los tratamientos T2 y T3 realizaron su proceso de compostaje en 15 semanas. En los análisis de calidad de compost LOS 4 tratamientos se encontraron dentro de los Rangos establecidos por INACAL NTP 201.208.2021 y la FAO. Lo que demuestra que la utilización de Microorganismos Eficaces - EM más *Trichoderma sp*, ayudarían de mejor manera en los procesos de descomposición y reducción en tiempo para el proceso de compostaje.

Palabras clave: Aceleradores orgánicos, valorización de residuos orgánicos, compostaje, eficiencia del compost.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas ambientales es la generación y acumulación de residuos sólidos dándose más en países en vías de desarrollo que no tiene un manejo adecuado en la disposición de los residuos sólidos aprovechables. A nivel mundial se genera 2.010 millones de t/año. de residuos sólidos municipales. (Mena, 2022). En el Perú el 2020 se generó 7.905.118,13 t/año de residuos sólidos y para el 2022 subió a 8.455.715,19 t/año, obteniendo un 22.08% en residuos sólidos inorgánicos y un 55.49% en residuos sólidos orgánicos, que no son aprovechables. En la región de Cusco para el año 2022 genera alrededor de 138.281,40 t/año de residuos sólidos orgánicos, equivalente al 58.90% del total de residuos sólidos que se genera, siendo solo el 1.8% aprovechable, lo que genera un impacto ambiental negativo por su mal manejo de los mismos, el cual amenazaría la sostenibilidad ambiental. El distrito de Santiago genera 29,104,91 t/año de 555residuos sólidos, teniendo 16,397,71 ton/año de residuos orgánicos, que equivale al 56,34%, de los cuales solo el 2.13% son aprovechables mediante el compostaje (MINAM, 2022). El compostaje es un proceso donde los microorganismos aceleran la descomposición de materia orgánica mediante actividades biológicas aeróbicas para la obtención del compost. (MINAM, 2019). Debido a la gran cantidad de residuos orgánicos y para su mejor aprovechamiento, se propuso realizar el presente trabajo de investigación sobre PROCESO DE COMPOSTAJE CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES Y *Trichoderma sp*, DE RESIDUOS ORGANICOS PROCEDENTES DE LOS MERCADOS DEL DISTRITO DE SANTIAGO - CUSCO, con la finalidad de aprovechar de una manera más óptima los residuos orgánicos que son generados en gran cantidad por los mercados del distrito, mediante la inoculación de microorganismos eficaces y *Trichoderma sp*, para acelerar el tiempo del proceso de compostaje, así contribuir en la mejora de los suelos y con esto proyectar una agricultura orgánica sustentable.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los mercados del distrito de Santiago se observa grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos que no son aprovechados, siendo estos destinados al área degradada por residuos sólidos, generando lixiviados que son fuente de contaminación.

La municipalidad distrital de Santiago responsable del servicio de limpieza pública, brinda el recojo de residuos sólidos orgánicos de los mercados del distrito, los cuales se destinan a la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos para el proceso de compostaje, sin embargo posee limitantes tanto en la parte técnica y en el acopio de residuos sólidos por la pequeña infraestructura construida, por ende no se puede aprovechar de una manera eficiente los residuos orgánicos, debido al tiempo que toma todo el proceso hasta la obtención del compost. En ese sentido se formula las siguientes interrogantes:

Problema general

- ✓ Se realizó la evaluación del proceso de compostaje con la aplicación de Microorganismos Eficaces y *Trichoderma sp*, de residuos orgánicos procedentes de los mercados del distrito de Santiago de la ciudad del Cusco.

Problemas específicos:

- ✓ ¿En el estudio de caracterización de los mercados del distrito de Santiago que tipo de residuos sólidos se generan en mayor cantidad?
- ✓ ¿Cómo será el proceso de compostaje aplicando aceleradores Microorganismos Eficaces - EM y *Trichoderma sp* en tiempo y cantidad en la producción de compost?
- ✓ ¿Cuál es la calidad del compost obtenido?

JUSTIFICACION

En el distrito de Santiago los mercados que existen generan grandes cantidades de residuos orgánicos por lo que es necesario su aprovechamiento mediante la valorización de éstos. La municipalidad ya tiene instalada su planta de valorización de residuos sólidos orgánicos con su propio personal de trabajo, donde se viene realizando la producción de compost, cuyo proceso debe ser más efectivo en calidad y tiempo.

El presente estudio tiene la finalidad de realizar la caracterización de los residuos sólidos generados en los mercados, para saber la cantidad de residuos orgánicos que se produce por mercado al día y realizar el proceso de compostaje inoculando aceleradores como Microorganismos Eficaces – EM (bacterias ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras) y *Trichoderma sp (asperellum, viride y harzianum)* siendo de importancia para la actividad microbiana, así mismo el aporte de nutrientes a los suelos deteriorados por el uso indiscriminado de productos químicos causando la degradación del suelo por ende el bajo rendimientos en su producción.

El dato obtenido de la investigación permitirá contar con un material técnico y la consecuente toma de decisiones de las autoridades competentes del distrito, respecto al proceso de compostaje, aplicando la inoculación de microorganismos eficaces-EM y el *Trichoderma sp* para acortar el tiempo de producción y mejorar su calidad del compost maduro, de esta manera los resultados de esta investigación contribuirán en los planes de gestión y manejo de residuos sólidos, así aprovechar de una manera más eficiente el mejoramiento de suelos agrícolas y áreas verdes.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- ✓ Evaluar el proceso de compostaje con la aplicación de Microorganismos Eficaces y *Trichoderma sp*, de residuos orgánicos procedentes de los mercados del distrito de Santiago de la ciudad del Cusco.

Objetivos Específicos:

- a) Realizar la caracterización de residuos sólidos generados en los mercados del distrito de Santiago.
- b) Determinar el proceso de compostaje aplicando aceleradores Microorganismos Eficaces - EM y *Trichoderma sp* en tiempo y cantidad en la producción de compost
- c) Determinar la calidad del compost maduro posterior al tratamiento.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

a) Internacionales

Bejarano & Delgadillo, (2007) En su trabajo, Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de Bogotá “La Modelo” implementó dos tratamientos para producción de compost en el primer tratamiento utilizaron aserrín, residuos de comida y pasto; para el segundo tratamiento se utilizó papel, cartón, residuos de comida y pasto, se inocularon a ambos tratamientos Microorganismos Eficientes (EM). Determinando como mejor resultado al primer tratamiento con parámetros de relación C: N de 25:1, humedad de 40-60%, con un tamaño de partículas de los materiales de 3-6 cm, que permitieron que en 43 días se produjera el proceso de compostaje, alcanzando temperaturas mayores a 40 °C. Concluyo que los microorganismos eficientes (EM) sí aportan en la aceleración de la descomposición de residuos orgánicos. Debido al aumento de la temperatura, causa una mayor degradación más que todo en las fases termofílica y mesofílica., son una buena alternativa para hacer compostaje cuando no se tienen materiales ricos en microorganismos y nutrientes, como lo son el estiércol, la gallinaza, la conejina entre otros, ya que el EM contiene diversos microorganismos con los cuales se puede inocular los materiales que tienen poca población microbiana y obtener un compost joven o maduro de buena calidad en 40 a 45 días.

Garrido & Villamarin, (2016) En su trabajo de tesis "Evaluación de la calidad de compost a base de Jacinto de agua (*Eichhornia cassipes*) mediante la inoculación de *Trichoderma Sp* en Quito, Ecuador". Demostró que el *Trichoderma sp* mediante su mecanismo de acción y enzimas, juega un papel crucial en la mineralización de la materia orgánica y en la disponibilidad de macronutrientes como fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Esto se reflejó en el compost obtenido, el cual mostró un pH neutro y ligeramente alcalino. Este pH facilitó la solubilización de sales y la disponibilidad de estos nutrientes esenciales, contribuyendo así a fortalecer el valor nutricional del compost. *Trichoderma sp* demostró ser efectivo en mejorar la calidad del compost al influir positivamente en la mineralización de la materia orgánica y en la disponibilidad de macronutrientes importantes, lo cual resultó en un compost con un pH adecuado y enriquecido con nutrientes esenciales para su uso en aplicaciones agrícolas u otros fines relacionados con la mejora de la fertilidad del suelo

Andrade, (2016) En su Tesis "Elaboración de compost a partir de desechos orgánicos con el uso de bacterias ácido-lácticas y *Trichoderma sp*. En la ciudad de Ibarra, Ecuador determinó que el tratamiento más óptimo fue la utilización de ambos microorganismos, logrando que los compost obtenidos de dichos tratamientos logren presentar temperaturas promedias de 38- 45 °C, al igual que la relación carbono: nitrógeno obtuvo 14:8 y porcentaje de materia orgánica del 41,1 % lo que establecería que las relaciones de simbiosis generada entre ambos microorganismos ayudarían a disminuir los tiempos de producción del compost de 170 a 120 días.

b) Nacionales

Gonzales, (2012) En su trabajo de investigación sobre Evaluación de la eficiencia en la producción de compost convencional con la aplicación de la tecnología EM (microorganismos eficaces) a partir de los residuos orgánicos municipales, Carhuaz. comprobó que los EM controlan muy bien los malos olores (92% no perciben mal olor) y disminuye la presencia de moscas (67% no percibe la presencia de moscas), también demostró que la producción de compost convencional genera malos olores (81% percibe malos olores) y presenta muy altas poblaciones de moscas (94% percibe la presencia de moscas) por lo que concluyó que utilizar EM en el proceso de compostaje acelera la descomposición, incrementa ligeramente algunos nutrientes, inhibe el desarrollo y crecimiento de microorganismos patógenos, aumenta la flora microbiana benéfica al compost, tiene mayor rendimiento anual y mayor rentabilidad que la producción de compost tradicional.

Herrera & Gonzales, (2019) En su estudio determinación de la calidad del compost con aplicación de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento de residuos sólidos, la Pushura, provincia de Jaen; utilizaron dos tipos de tratamientos uno con los microorganismos eficaces y otro con la tecnología convencional donde concluyeron que las características físicas de ambos tratamientos y según los parámetros evaluados de color, olor y humedad, el compost-EM es el que presenta mejores características color y humedad. Estas diferencias sugieren que el tratamiento con microorganismos eficaces proporciona condiciones más adecuadas para la descomposición de materia orgánica. En cuanto a las características químicas, el compost-EM demostró niveles superiores y más estables de nutrientes en comparación con el compost convencional. Los valores para el compost-EM

fueron pH 8.75), materia orgánica (38.92%), nitrógeno (2.40%), P205 (0.94%), K₂O (4.56%), Cao (4.81%), MgO (1.98%) comparadas con el compost convencional con un PH (8.85), materia orgánica (26.69%), nitrógeno (1.58%), P205 (1.09%), K₂O (4.03%), Cao (3.61%), MgO (1.76%), Estos resultados indican que el tratamiento con microorganismos eficaces no solo mejora las características físicas del compost, como la humedad y el color, sino que también enriquece el compost con nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. En conclusión, el compost-EM se presenta como una opción más efectiva y beneficiosa en comparación con el compost convencional, destacando por su calidad superior y potencial para aplicaciones agrícolas.

Diaz & Diaz,(2022) En su trabajo de tesis Eficiencia de bacterias ácido lácticas y hongos *Trichoderma Spp*, en el aprovechamiento de residuos orgánicos del mercado central distrito Olmos, Lambayeque evaluaron los tratamientos con bacterias ácido lácticas y hongos *Trichoderma spp*. Con el objetivo de controlar las emisiones de estos residuos, mitigar problemas ambientales y producir compost agrícola, encontrándose que el tratamiento más eficiente fue el de bacterias ácido lácticas, con un tiempo de descomposición de tan solo 40 días y una reducción de peso significativa de 70 kg. Esto sugiere que las bacterias ácido lácticas son más eficaces tanto en términos de tiempo como en peso de los residuos orgánicos, facilitando su uso completo.

c) Locales

Cabrera, (2012) En su trabajo Comparativo de tres biodegradantes en la elaboración de compost en Santa Ana La Convención: Biospeed, Azotolam y EM-compost, encontró que las pilas composteras tratadas con EM (microorganismos eficaces) alcanzaron un pH de

7.2, dentro del rango óptimo de 6.8 a 7.2, lo que indica un nivel neutro. Además, los microorganismos eficaces generaron una temperatura en las pilas composteras entre 50 a 75 °C, reflejando una actividad microbiana significativa debido a los cambios en la temperatura durante el proceso. Como resultado de esta actividad, se logró obtener compost en un tiempo de 60 días.

Teran, (2013) En su trabajo evaluación del proceso de tratamiento de residuos sólidos municipales tipo orgánico en el distrito de Ancahuasi – provincia Anta cusco determinó que, de acuerdo a la composición física de los residuos sólidos, la materia orgánica representa un 48.04%, la producción per cápita del distrito es de 0.308Kg/hab/día con una densidad de 211.87 Kg/m³. El distrito de Ancahuasi genera 979.69Kg de materia orgánica semanalmente, demostrando un potencial adecuado para la elaboración de compost. El proceso de elaboración de compost de residuos sólidos orgánicos lo realizó en un periodo de 65 días, obteniendo una temperatura mínima promedio de 13.05°C y la temperatura máxima promedio de 53.55°C, la humedad entre 35.5% - 73% y el pH entre 5.72 - 8.50, durante todo su proceso.

Taipe (2019) en su estudio de Caracterización de residuos sólidos municipales determino la generación per cápita de los mercados Huancaro, Zarzuela, Virgen Asunta y Molino II, con respecto a la composición física de los residuos sólidos se tiene el 84.04 % de materia compostificable de una producción de mercados de 8.24ton/día, proyectando al año una generación de residuos sólidos de 3009.31ton/año y una humedad residuos sólidos orgánicos de 84.4%

BASES TEORICAS

1.2. Residuos Sólidos:

Es todo objeto, material, sustancia y elemento resultante del consumo de un bien o servicio, el cual su propietario está obligado a desechar, para priorizar la valorización de los residuos y en definitiva hasta su disposición final. Los residuos sólidos incluyen todos los desechos en fase sólida o semisólida. (MINAN, 2021).

Son sustancias, productos o subproductos, sólidos o semisólidos, que sus productores deben tratar o manejar de acuerdo con la normativa nacional debido a los riesgos que representan para la salud y el medio ambiente. Esta definición también incluye los desechos resultantes de eventos naturales (Cardenas, 2013).

1.2.1 Clasificación de los residuos solidos

De acuerdo al decreto legislativo 1278 de la Clasificación de los residuos sólidos. (D.L. N° 1278, 2016)

1.2.1.1 Según su Origen

- a) **Residuos domiciliarios:** Es causado por diversas actividades domésticas, La calidad y la cantidad dependen de varios factores: Los niveles de ingreso de los hogares, patrones de consumo, avances tecnológicos y la calidad de vida de la población.
- b) **Residuos Industriales:** Lo produce las operaciones industriales en varios sectores manufactureros.
- c) **Residuos Comerciales:** Dependerá del tipo de actividad, principalmente en material de oficina, embalajes y algunos materiales orgánicos.

- d) **Residuos de limpieza de Espacios Públicos:** Son causados por actividades de limpieza en parques y lugares públicos.
- e) **Residuos Agropecuarios:** Son el resultado final de iniciativas para cultivar hortalizas y criar ganado como: Pesticidas, antibióticos, fertilizantes sintéticos y orgánicos son solo algunos ejemplos de residuos.
- f) **Residuo de las actividades de construcción:** Actividades de construcción y demolición de obras: Piedras, bloques de cemento, maderas, desmonte, entre otros.
- g) **Residuo de establecimiento de atención de salud:** Procesos y actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: Hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines (agujas, gasas, algodones, órganos patológicos), etc.
- h) **Residuo de instalaciones o actividades especiales:** Generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados. Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales, puertos, aeropuertos, entre otros.

1.2.1.2 Según la gestión municipal

- A. **Residuos sólidos municipales:** Incluyen residuos de viviendas, proyectos de limpieza como barrido de calles y limpieza de espacios públicos, así como otras actividades comerciales y comunales. (El Peruano, 2017). Son de origen doméstico (restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros); comercial (papel, embalajes, restos del aseo personal y similares); aseo urbano (barrido de calles y vías, maleza, entre otros) y de productos provenientes de

actividades que generen residuos similares a estos, los cuales deben ser dispuestos en rellenos sanitarios. (MINAN, 2016).

B. Residuos sólidos no municipales: Las actividades que pueden o no ser peligrosas incluyen la minería, la manufactura y las industrias de servicios.

Son aquellos que debido a sus características o al manejo al que deben ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente, por ejemplo: Los residuos metálicos que contengan plomo o mercurio, residuos de plaguicidas, herbicidas, entre otros. Todos ellos deben ser dispuestos en los rellenos de seguridad.

(D.L. N° 1278, 2016)

Tabla 1

Código de colores para los residuos del ámbito municipal Según la N.T.P. 900.058. 2019

Aprovechables	Verde	Papel y cartón Madera Plástico Empaques compuestos (tetabrik1) Textiles Vidrio Cuero Metales (latas, entre otros)
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Hojarasca Restos de poda
No aprovechable	Negro	Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros) Papel encerado, metalizado, Colillas de cigarro Cerámicos
Peligrosos	Rojo	Medicinas vencidas Lámparas y luminarias Empaques de plaguicidas Pilas Otros

Nota: (INACAL, 2019)

1.2.1.3 Según su Peligrosidad

- a) **Residuo Peligroso:** Representa un grave riesgo para el medio ambiente y la salud humana. (D.L. N° 1278, 2016) son residuos sólidos peligrosos aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. (MINAN, 2016)
- b) **Residuos no Peligrosos:** Son residuos domiciliarios y/o industriales que por lo general no dañan la calidad del medio ambiente ni tienen un impacto negativo sobre las plantas, los animales o las personas. Se dividen en dos tipos: Domésticos e industriales. (D.L. N° 1278, 2016)

1.2.2 Residuos sólidos orgánicos

Son desechos biológicos, provenientes de plantas y animales que incluyen cosas como cáscaras de huevo, cáscaras de frutas, restos de comida, huesos y desperdicios de comida. Estos residuos pueden ser descompuestos naturalmente por gusanos, hongos y bacterias. (Robles, 2008). Estos incluyen tejidos y células en descomposición de plantas, animales y microorganismos, así como materiales biosintéticos en el suelo. (INACAL, 2021)

1.2.3 Valorización de Residuos Sólidos

Es la recuperación química y biológica de componentes o materiales de residuos sólidos para obtener insumos, materiales o recursos. Estos productos se reincorporan total o parcialmente a actividades productivas o de servicios. El proceso debe realizarse en una estructura adecuada y autorizada para este fin. (MINAM, 2019). Estas iniciativas tienen como objetivo utilizar los residuos para maximizar su potencial energético a través de

métodos como la coincineración, el reciclaje, la producción de energía basada en procesos de degradación biológica, etc. (FAO, 2013)

1.2.3.1 Sistemas de valorización

- ✓ Biogás
- ✓ Lombricultura
- ✓ Biochar
- ✓ Compostaje

1.3 Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos están compuestos por restos de poda de árboles y plantas herbáceas (malezas), estiércol y subproductos vegetales del procesamiento comercial e industrial de alimentos. (Bazan, 2017)

1.3.1 Tipos De Abonos Orgánicos

- ✓ Abonos verdes
- ✓ Restos orgánicos industriales
- ✓ Sedimentos orgánicos
- ✓ Estiércol
- ✓ Compostas
- ✓ Vermicompostas (humus de lombriz)
- ✓ Restos de las cosechas
- ✓ Bioles

1.3.2 Ventajas De los Abonos Orgánicos

- ✓ Mejora las características físicas del suelo y se convierte en un reservorio de nutrientes de fácil asimilación. (Gomes, 2001)

- ✓ Ayudan a la penetración de aire y agua en la rizosfera, así como la regulación parcial de la temperatura del suelo, gracias a la actividad microbiana de hongos y bacterias, siendo ventajoso para los cultivos. (Bastidas Romero, 2009).
- ✓ Reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y la permeabilidad y aumenta la capacidad del suelo para retener agua al contribuir a la estabilidad de la estructura general del suelo agrícola. Consigue una mejor retención de agua y un suelo más poroso. (Luna & Reyez, 2005)
- ✓ Mejora las propiedades químicas a través de la capacidad de intercambio catiónico que le permite servir como fuente y almacenamiento de nutrientes para los cultivos, aumentando el contenido de macronutrientes como N, P y K, así como de micronutrientes. (Luna & Reyez, 2005)
- ✓ Mejora la actividad biológica del suelo, toman el lugar del humus, que también ayuda en la mineralización del suelo, como fuente de alimento para los microbios.
- ✓ Es un indicador de la fertilidad del suelo. (Luna & Reyez, 2005)
- ✓ Es un compuesto hidratante parcialmente mineralizado con un alto contenido en materia orgánica que puede ser utilizado como enmienda o sustrato orgánico. (Luna & Reyez, 2005)

1.4 Caracterización de Residuos Sólidos

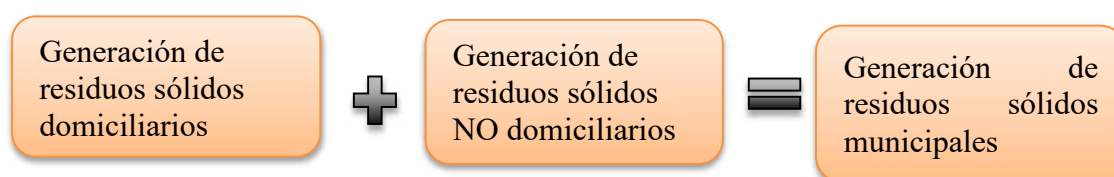
Es una herramienta que revela información clave sobre las características de los residuos sólidos, en este caso los residuos municipales. La caracterización de los residuos sólidos municipales se realiza con la ayuda de encuestas para obtener datos sobre el volumen, la densidad, la composición y el contenido de humedad de los residuos sólidos en un área geográfica específica. Esta información ayuda en la planificación técnica y operativa del

manejo de residuos sólidos y en la planificación administrativa y financiera de los servicios públicos de aseo. EC-RSM es una contribución significativa al desarrollo de una gama de herramientas de gestión de residuos sólidos, así como proyectos de inversión y otras herramientas que permiten tomar decisiones a corto, mediano y largo plazo sobre la gestión integrada de residuos. (MINAM, 2019)

1.4.1 Determinación de parámetros

a. Generación Per-cápita

Es la generación unitaria de residuos sólidos, se refiere a la producción diaria de residuos sólidos por individuo. (MINAM, 2019).



- **Generación de residuos por mercados**

$$GPM = Kg \text{ peso recolectados} / \text{Número de mercados}$$

Dónde:

GPM = Generación de residuos por mercado (kg/mercado/día)

b. Composición

Es la proporción relativa de componentes que se encuentren dentro de una cantidad específica de residuos sólidos, los cuales incluyen plásticos, metales, papel, materia orgánica entre otros, permitiendo de esta manera diseñar sistemas de recolección tratamiento y disposición final más efectivos y eficientes. (MINAM, 2019)

c. Densidad

Es el proceso de un material por unidad de volumen (kg/m³). Este parámetro tiene mucha importancia a la hora de determinar:

- ✓ La capacidad de los equipos de recolección y almacenamiento de los residuos.
- ✓ Los procesos de compactación para ser transportados eficientemente.
- ✓ Estimaciones más precisas en cuanto a su composición (MINAM, 2019).

d. Humedad

Es la cantidad de materia acuosa presente en los residuos orgánicos que están en proceso de descomposición, la humedad adecuada es importante para que los microorganismos descompongan la materia orgánica y este debe estar entre 40-60%. (MINAM, 2019).

1.5 Compostaje

Es un proceso de descomposición fisicoquímica y microbiológica de la materia orgánica bajo condiciones aeróbicas y termófilas. Este proceso resulta en la formación de un compost maduro de color marrón oscuro sin olores desagradables. Durante el compostaje se deben eliminar organismos patógenos, como semillas, esporas y parásitos para evitar riesgos sanitarios y ambientales. (INACAL, 2021). El compostaje se considera la recuperación de materiales porque implica el uso de desechos orgánicos con el propósito de sustituir otros materiales o recursos en el proceso de producción del compost. (INACAL, 2019). Es un proceso biotecnológico que convierte los desechos orgánicos biodegradables en un producto terminado llamado compost, en condiciones específicas de humedad, ventilación y temperatura bajo la influencia de microorganismos específicos según el contenido de los desechos, la calidad del compost está determinada por el valor nutricional de los residuos. Es

un método seguro para convertir desechos orgánicos sólidos en materias primas para la producción agrícola, el compostaje es la combinación de materia orgánica descompuesta aeróbicamente que mejora la calidad y la estructura del suelo mediante la adición de nutrientes. (FAO, 2013)

1.5.1 Compost

Es un producto que se produce a través de la transformación física, química y microbiana controlada de la materia orgánica, en condiciones aeróbicas y altas temperaturas, es estable, maduro, de color oscuro e inodoro. (INACAL, 2021). Producto orgánico complejo con función primaria de aportar materia orgánica al suelo y funciones secundarias en aporte nutricional y reduce la incidencia del parasitismo (Docampo, Compostaje y Compost., 2013)

1.5.2 Etapas o Fases del proceso de compostaje

- a) **Fase Mesófila.** Inicia el proceso de compostaje a temperatura ambiente, y en pocos días (incluso horas) la temperatura sube a 45°C. El aumento de temperatura está asociado con la actividad microbiana, Los microorganismos descomponen fuentes simples de carbono y nitrógeno, generando calor. La descomposición de compuestos solubles como los azúcares produce ácidos orgánicos que hace que el pH caiga (a 4,0 o alrededor de 4,5). Esta etapa dura varios días (2 a 8 días) (FAO, 2013)
- b) **Fase Termófila o de Higienización.** A medida que el material alcanza temperaturas superiores a 45°C, los microorganismos de crecimiento moderado (mesófilos) son reemplazados por microorganismos que crecen a temperaturas más altas, principalmente bacterias (termófilas) cuya actividad favorece la descomposición de fuentes de C más complejas, como la celulosa y la lignina. La tarea de estos microorganismos es convertir el nitrógeno en amoníaco para que aumente el pH del medio, sobre todo a partir de los

60°C aparecen las bacterias formadoras de esporas y actinobacterias responsables de la descomposición de ceras, hemicelulosas y otros compuestos de carbono que son más complejos. Esta fase puede durar desde unos pocos días hasta algunos meses, dependiendo de la materia prima, el clima, las condiciones del sitio y otros factores. Esta fase también se denomina fase de desinfección o higienización porque el calor generado, mata las bacterias y los contaminantes fecales como E. coli y Salmonella. Esta fase es importante porque temperaturas superiores a 55°C eliminan quistes y huevos de helmintos, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas en la materia prima, resultando un producto esterilizado. (FAO, 2013)

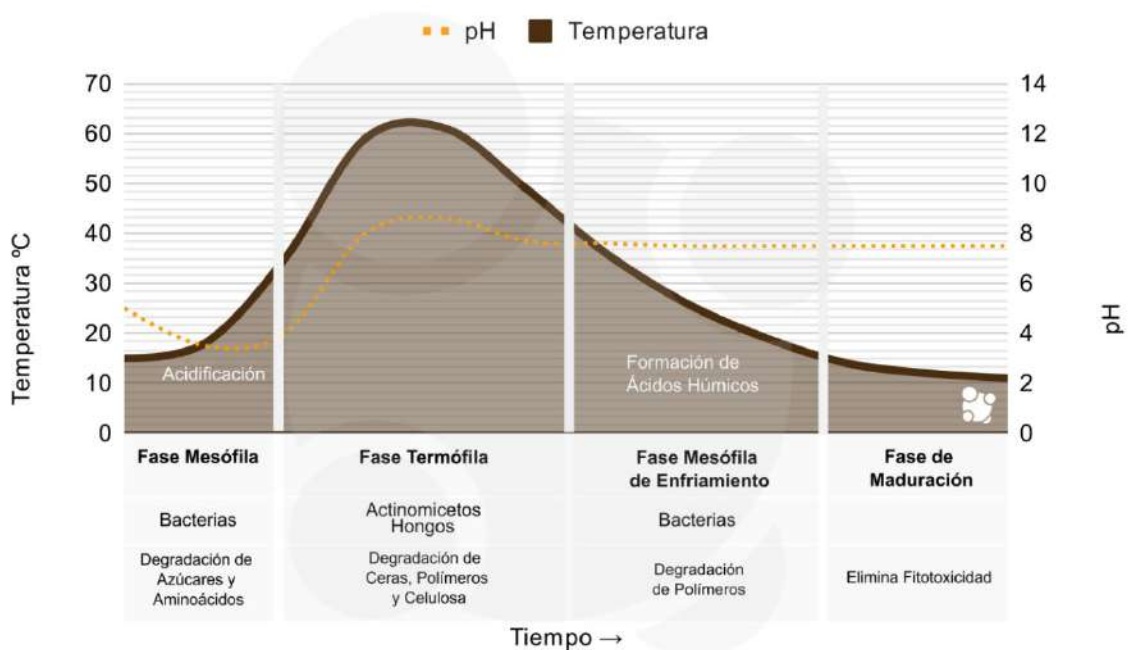
Esta etapa también es muy importante porque permite la eliminación de microorganismos patógenos a temperaturas superiores de 55 °C para garantizar la higiene del producto e inactiva las semillas de malezas y plantas parásitas a una temperatura de 60°C. No se recomiendan temperaturas superiores a 70-75 °C durante la fase hipertérmica porque la mayoría de las especies microbianas no pueden sobrevivir, lo que lleva a la inactivación del proceso de degradación. (Junta de Andalucía, 2000)

- c) **Fase de Enfriamiento o Mesófila II.** Cuando se agota la fuente de carbono, especialmente el nitrógeno en el material de compostaje, la temperatura vuelve a bajar a 40-45°C. Durante esta fase, los polímeros como la celulosa continúan descomponiéndose y aparecen algunos hongos visibles. Por debajo de 40°C, los organismos mesófilos reanudan su actividad y el pH permanece ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento dura varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración. (FAO, 2013)
- d) **Fase de Maduración.** Llega a tardar meses a temperatura ambiente, durante los cuales los compuestos de carbono experimentan una condensación secundaria y una reacción de

polimerización para formar ácidos húmicos y fúlvicos. (FAO, 2013). En esta etapa, el proceso de descomposición se convierte en las moléculas orgánicas más complejas siendo un proceso muy lento. En este punto, la descomposición está dada por microorganismos mesófilos (que tienen desarrollo entre los 15 y 35 °C) lo que alarga el proceso, donde se llevan a cabo reacciones bioquímicas, aunque la temperatura está próxima a la ambiental para obtener un producto final más estable y adecuado para el uso de las plantas. (Docampo, Compostaje y Compost, 2013)

Figura 1

Fases del proceso de compostaje



Nota. Comportamiento de la temperatura y pH en las fases del proceso de compostaje. Tomado de: CSR Laboratorio.

1.5.3 Factores que Influyen en el Compostaje

Debido a que es un tratamiento aeróbico de residuos orgánicos pasa por complejas y múltiples etapas que para su eficiencia depende de varios factores.

1.5.3.1 Factores Químicos del Compost

a) Relación Carbono: Nitrógeno (C:N)

La relación carbono/nitrógeno (C/N) se expresa como relación entre la materia orgánica y el contenido total de nitrógeno, debiendo estar en el rango de 25:1 a 35:1, lo que significa de 25 a 35 partes de carbono. presente por cada 1 de nitrógeno (INACAL, 2021). Es un factor importante que afecta la velocidad del proceso de compostaje y la pérdida de nitrógeno amoniacal; si la relación C: N es mayor a 40, la actividad biológica disminuye, los microorganismos tienen que oxidar el exceso de carbono lo que hace que el proceso de compostaje sea más lento, ya que no hay suficiente nitrógeno para que los microorganismos puedan sintetizar proteínas. Para eliminar el exceso de carbono (en forma de dióxido de carbono), se necesita una constante presencia de diversas especies microbianas, cuando mueren el nitrógeno de su biomasa se libera y la relación C/N tiende a disminuir. Si la relación C/N es alta, pero la materia orgánica es poco biodegradable, la relación C/N realmente disponible para los microorganismos es baja y el proceso procederá rápidamente, pero afectará solo a una pequeña fracción de la masa total. Si la relación C/N es baja, la tasa de compostaje será más rápida, pero el exceso de nitrógeno se liberará como amoníaco, lo que dará como resultado un ajuste automático de la relación C/N en el proceso. (Bueno, Díaz, & Cabrera, 2008).. Ambos elementos se hallan en todos los desechos orgánicos, sin embargo esa relación C:N no se encuentra en cualquier fuente orgánica y tampoco está todo el carbono o el nitrógeno presente en los materiales, Para proporcionar las cantidades óptimas de ambos elementos es necesario conocer su relación en cada uno de los materiales que se emplearán para el compostaje. (Román & Martínez, 2020)

b) Carbono

Es esencial para la actividad biológica del suelo, genera recursos energéticos a los microorganismos heterótrofos en forma de hidratos de carbono o compuestos orgánicos, favorecen a la agregación del suelo y en la distribución de los espacios porosos afectando diferentes propiedades físicas, como humedad, capacidad de aire y movimiento de agua es el principal determinante de la productividad. (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008)

c) Nitrógeno

Fomenta el crecimiento de la parte aérea de los vegetales, responsable del color verde de las plantas y genera protección frente a plagas, su función en el compost varía de acuerdo a su madurez, en un compost fresco el nivel de nitrógeno es pobre mientras que la concentración crece a medida que el compost madura, su proporción oscila entre 1% y 2% y en el compost maduro se encuentra químicamente como nitratos y amonio (NH_4^+) que es menos tolerable y absorbible en las plantas con el compost fresco. (Combox, 2014)

d) Fosforo

Importante en la maduración de semillas, flores y frutos, apoya en la formación de raíces actúa de manera importante frente a la sequías, la proporción se encuentra entre 0.8% y 2.5% en forma de óxido de fósforo (P_2O_5) y varía frente al tipo de material a compostar, son absorbidas en forma de fosfatos. Se puede enriquecer los suelos utilizando ceniza, huesos molidos o rocas fosfatadas. (Combox, 2014)

e) Potasio

Juega un papel crucial en la síntesis de carbohidratos y proteínas por lo tanto en la estructura de las plantas. El potasio mejora el estado hídrico de las plantas y aumenta su

resistencia a la sequía, las heladas y la salinidad. Las plantas bien provistas de potasio sufren menos enfermedades. (FAO, 2013)

f) **Conductividad Eléctrica (CE)**

Depende de la naturaleza y composición de la materia prima, en primer lugar de su concentración de sales y en segundo lugar de la presencia de iones de amonio o nitrato producidos durante el proceso (Sánchez-Monedero, 2001). La conductividad del compost debe estar en el rango de 2 a 4 ds/m. (INACAL, 2021)

g) **Oxígeno (O₂)**

Es otro ingrediente importante para el compostaje exitoso, si no hay suficiente oxígeno el proceso se volverá anaeróbico y no se lograrán los objetivos del proceso perdiendo nitrógeno, el gas entrará al ambiente y producirá malos olores. La falta de oxígeno genera que los microorganismos aerobios sean reemplazados por anaerobios lo que provoca una descomposición retardada o nula, con presencia de sulfuro de hidrógeno por ende olores desagradables. Una ventilación excesiva puede hacer que el material se enfríe y se seque mucho, lo que reduce la actividad metabólica de los microorganismos. (Bueno, Díaz, & Cabrera, 2008)

Tabla 2

Valores establecidos por INACAL en compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales.

Parámetros	Valor Mínimo	Valor Máximo
Nitrógeno	0.3%	1.5%
Fosforo	0.1%	1.0%
Potasio	0.3%	1.0%
Magnesio	0.2%	0.7%
Calcio	2%	6%
Relación C/N	25:1	35:1
Humedad	35%	50%
Densidad aparente	550 kg/m ³	850 kg/m ³
pH	6.5	8.5

Nota. NTP 201.208.2021

Tabla 3

Metales Pesados establecidos por INACAL en compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales

Parámetros	Máximo contenido mg/kgPS
Arsénico	15
Cadmio	2.5
Cobre	250
Cromo	200
Mercurio	2
Níquel	80
Plomo	150
Zinc	1000

Nota. NTP 201.208.2021

Tabla.4

Análisis Microbiológicos establecidos por INACAL Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales.

	Valor máximo admisible
Coliformes fecales	<a 1000 NMP por gramo de compost, en base seca
<i>Salmonella spp</i>	Ausente en 25 gramos de compost, en base seca
Huevos de helmintos	<1 en 4g de compost, en base seca

NMP= Número Más Probable (Estimación de la densidad de población de microorganismos viables en una muestra).

Nota. NTP 201.208 2021

1.5.3.2 Factores Físicos

a) **Temperatura:** Es el parámetro del proceso de compostaje que se utiliza con mayor frecuencia para describir su desarrollo y condición al tiempo, que permite un fácil seguimiento del proceso. Todos los materiales inicialmente tienen la misma temperatura pero a medida que crecen los microorganismos la temperatura aumenta, generando calor el síntoma más evidente de la actividad microbiana es un aumento de la temperatura del material de compostaje, por lo que tradicionalmente se ha considerado la temperatura como una variable de control importante en el compostaje. Los microorganismos que se benefician de una cierta temperatura descomponen principalmente la materia orgánica y liberan calor. Este calor hace que la temperatura de la pila varíe dependiendo de qué tan bien se ajusten otros factores al rango óptimo. (Román & Martínez, 2020)

Tabla 5

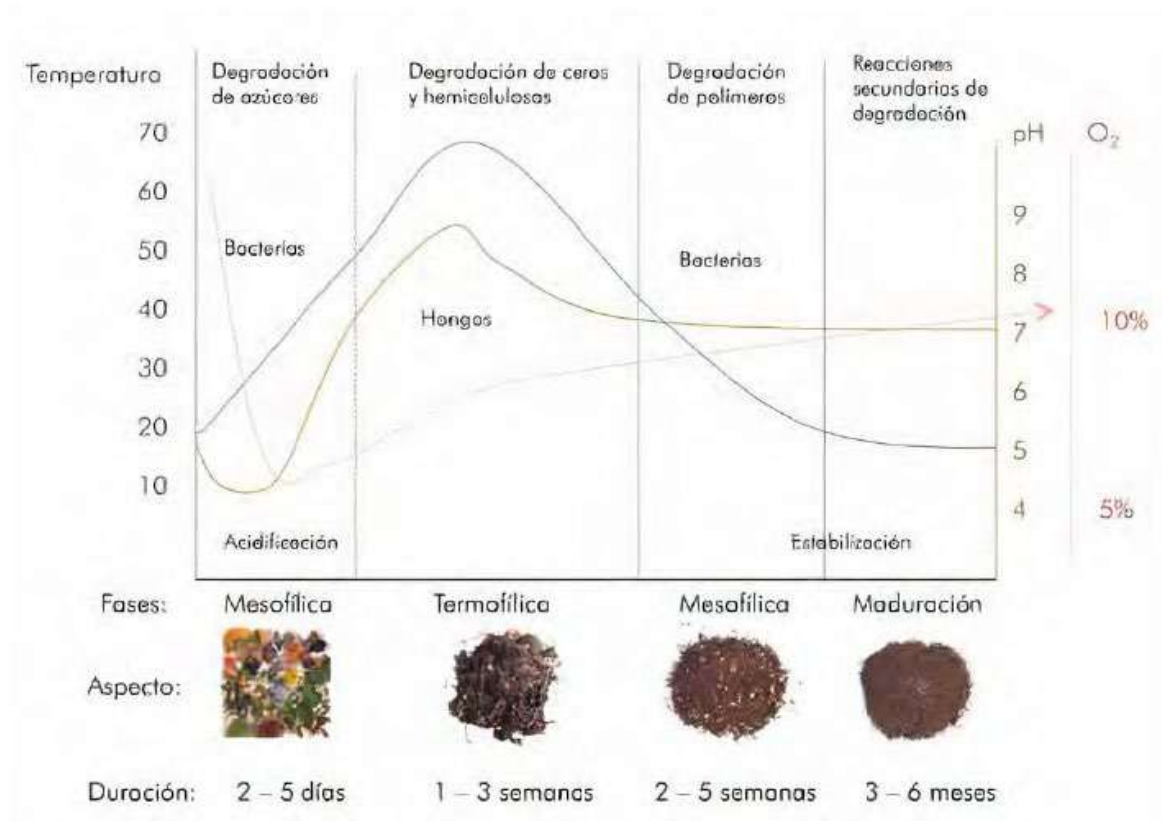
Temperatura precisa para la eliminación de algunos patógenos

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
<i>Salmonella spp</i>	55 °C	1 hora
	65 °C	15 -20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	55 °C	1 hora
	65 °C	15 -20 minutos
<i>Brucella abortus</i>	55 °C	1 hora
	62 °C	3 minutos
<i>Parvovirus bovino</i>	55 °C	1 hora
Huevos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	55 °C	3 días

Nota. FAO, 2013

Figura 2

Temperatura oxígeno y pH para el proceso de compostaje FAO 2013



Nota. FAO, 2013

b) pH

Depende de la materia prima y varía en cada fase del proceso (de 4,5 a 8,5). En las primeras fases del proceso el pH se vuelve ácido debido a la formación de ácidos orgánicos. En la fase de alta temperatura debido a la conversión del amonio en amoníaco el valor del pH aumenta y el ambiente se vuelve básico, finalmente se estabiliza en un valor cercano a la neutralidad. El pH determina la supervivencia de los microorganismos y cada población tiene un pH óptimo para su crecimiento y reproducción. Controlando el pH se puede obtener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla ya que si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas

se liberan ácidos orgánicos haciendo que el pH baje, el proceso de compostaje tiene tres etapas.

- ✓ **Primera:** Se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre las sustancias orgánicas más inestables, dando como resultado la liberación de ácidos orgánicos.
- ✓ **Segunda:** El medio se alcaliniza gradualmente debido a la pérdida de ácidos orgánicos y la producción de amoníaco como resultado de la degradación de las proteínas.
- ✓ **Tercera:** El valor del pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos con propiedades amortiguadoras.

El pH del compost debe ser mayor a 6.5 y menor a 8.5. (Román & Martínez, 2020)

c) **Humedad**

Es la cantidad de materia acuosa, generalmente concedida de los residuos orgánicos. (MINAM, 2019) considerando que el contenido de humedad óptimo para este proceso es del 50-60%. (FAO, 2013). La humedad óptima para el crecimiento microbiano es del 50-70 %, por debajo del 30 % la actividad biológica cae bruscamente por encima del 70 % el agua desplaza el aire en los espacios libres entre las partículas lo que reduce el transporte de oxígeno y provoca anaerobiosis a medida que las condiciones se vuelven anaeróbicas se producen olores desagradables y la velocidad del proceso disminuye. (Román & Martínez, 2020). El contenido de humedad del compost debe ser superior al 35% e inferior al 50% del peso del producto. (INACAL, 2021)

d) Tamaño de Partícula

El tamaño inicial de las partículas en el material compostable es crucial para optimizar el proceso de compostaje. A medida que el material se descompone, se facilita el acceso de los microorganismos y se acelera el proceso. Sin embargo, si las partículas son demasiado pequeñas, se reducen los espacios entre ellas, lo que puede aumentar la fricción y limitar la circulación del aire, esto restringe la difusión de oxígeno hacia el interior de la pila y la salida de dióxido de carbono, lo que puede dificultar la propagación de los microorganismos. Como resultado, la falta de aireación adecuada puede llevar al colapso de los microorganismos, ya que la ventilación natural se vuelve insuficiente. Por el contrario no se recomiendan productos muy finos por el riesgo de compactación (Román & Martínez, 2020) El tamaño máximo de las partículas de compost corresponde al producto que pasa por un tamiz de 16 mm, que no permite mencionar más del 10% del peso total. (INACAL, 2021)

e) Olores: El compost no debe registrar presencia de malos olores.

f) Materia orgánica: El contenido de materia orgánica en el compost debe ser igual o superior al 20%. (INACAL, 2021)

1.5.4 Sistema de Compostaje

Hay varios sistemas de compostaje, pero todos tienen el mismo objetivo, que es una conversión de desechos orgánicos en compost para lograr condiciones letales para los componentes germinativos (semillas, esporas) y parásitos. (Hoyos, Vargas, & Velasco, 2010).

Sistemas Abiertos

a) Pilas Estáticas

a.1 Con aireación pasiva: Es considerado muy adecuado tras un análisis de costo/eficacia en comparación con otros métodos, como la aireación forzada o las pilas con volteo. Para mejorar la ventilación natural de la pila, se utilizan estructuras que facilitan el flujo de aire desde la parte inferior hacia la zona superior de la pila. En este sistema, la ventilación se realiza por convección natural. La forma y el tamaño óptimos de la pila dependen de varios factores, como el tamaño de las partículas, el contenido de humedad, la porosidad y el nivel de descomposición. Estos factores afectan el movimiento del aire hacia el centro de la pila, influyendo en la eficiencia del proceso de compostaje.

Figura 3

Sistema con aireación pasiva



a.2 Con aireación forzada: Estos sistemas proporcionan un mejor control de la concentración de oxígeno y la mantienen en el rango correcto (15-20%), para promover la actividad metabólica de los microorganismos aeróbicos que desarrollan este proceso. El oxígeno se suministra por varias vías, inhalación o insuflación, incluidas variaciones de ambas. El suministro de oxígeno puede ser continuo,

intermitente o conectado a un termostato que al alcanzar una temperatura determinada (unos 60°C) activará el mecanismo de inyección de aire hasta que la temperatura baje al valor deseado. Una vez que se construye la pila, generalmente se deja intacta hasta que finaliza la fase de compostaje activa. (Docampo, 2013)

b) Pilas con volteo: Es uno de los sistemas más sencillos y económicos, esta técnica de compostaje implica la agitación regular del compost para homogeneizar la mezcla y su temperatura para eliminar el exceso de calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad del compost para mejorar la aireación. Después de cada vuelta la temperatura bajará unos 5 o 10°C y si no se completa el proceso la temperatura volverá a subir. La frecuencia del volteo depende del tipo de material, la humedad y la rapidez con la que queramos hacer el proceso, normalmente cada 6 - 10 días. La temperatura, la humedad y el oxígeno suelen controlarse automáticamente para determinar el mejor momento para el volteo. (Avila, 2015)

El tamaño de la pila de composta está determinado por la cantidad de material a compostar y el área disponible para el proceso de compostaje. Generalmente la altura de la pila está entre 1.5 y 2 metros para facilitar las tareas de giro, y el ancho de la pila está entre 1.5 y 3 metros, la longitud de las pilas depende de la zona y del manejo. Al estimar el tamaño de una pila de compost debe tenerse en cuenta, que el tamaño de la pila de compost disminuye durante el proceso de compostaje (hasta un 50 % en volumen), en parte debido a la compactación y pérdida de carbono durante el proceso de compostaje. (FAO, 2013).

1.5.5.2 Sistemas cerrados

Estos sistemas generalmente permiten un control más preciso sobre una variedad de variables del proceso, como la temperatura, la humedad, y la aireación. Esto resulta en tiempos de

compostaje más rápidos y brinda el potencial para realizar procesos continuos. Por lo que los sistemas cerrados optimizan la eficiencia del compostaje al proporcionar un manejo más efectivo de las condiciones del proceso. Se divide en

a) **Reactores de flujo vertical**

Consisten en chimeneas de 2-3 m ya sea con ventilación forzada o dirigidas hacia los pisos inferiores. Su principal desventaja es el mayor costo de construcción, aunque la inversión inicial es mayor que el sistema de pilas estáticas, el costo por unidad de obra es menor. (Junta de Andalucía, 2000)

b) **Reactores de flujo horizontal**

Se clasifican como reactores de vaso rotatorio, reactores de vaso de geometría variable con dispositivos de agitación o reactores sin sistemas de agitación y se mantienen estacionarios. (Junta de Andalucía, 2000)

1.6 Aceleradores Orgánicos

1.6.1 Microorganismos Eficientes (EM).

Los métodos EM involucran cultivos microbianos mixtos de especies microbianas nativas benéficas o benignas seleccionadas que coexisten en un medio líquido a pH 3.5, no es dañino. Los grupos básicos que componen estos microorganismos EM se dividen en tres géneros principales: bacterias del ácido láctico que se encuentran a menudo en el yogur y el queso, levaduras que se encuentran en el pan y la cerveza, bacterias fotosintéticas que proporcionan oxígeno; estos segregan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes, multiplicando sinérgicamente sus efectos beneficiosos individuales cuando entran en contacto con sustancias orgánicas. (Nina, 2018)

Figura 4

Microorganismos que conforman los productos EM (bacterias ácido lácticas, bacterias foto trópicas y levaduras)



1.6.1.1 Microorganismos Contenidos en el (EM)

Las especies de los microorganismos que se encuentran dentro del cultivo microbiano son:

a) Bacterias Acido Lácticas

Lactobacillus spp. (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*), son poderosos compuestos antimicrobianos que inhibe los microorganismos dañinos y ayuda en la fermentación de materiales como la lignina y la celulosa, previniendo los efectos nocivos de la materia orgánica no digerida. Las bacterias del ácido láctico que se encuentran durante los procedimientos de cultivo continuo, pueden suprimir enfermedades y microorganismos como *Fusarium*. (ENRO FUNDACES, 2000).

b) Bacterias Fotosintéticas.

Rhodospseudomonas plastrus y *Rhodobacter spaeroides*, pueden unir nitrógeno atmosférico y dióxido de carbono a moléculas orgánicas, aminoácidos y carbohidratos como también sintetizar sustancias biológicamente activas. Realizan la fotosíntesis incompleta, lo que permite que la planta produzca nutrientes, carbohidratos, aminoácidos sin necesidad de luz solar, permitiendo que la planta mejore su proceso completo las 24 horas del día. Las bacterias fotosintéticas son microorganismos autónomos e independientes. Utilizan la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía para

synthetizar sustancias útiles a partir de exudados de raíces, materia orgánica y/o gases nocivos como el sulfuro de hidrógeno. Las sustancias útiles incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias biológicamente activas y azúcares, todos los cuales contribuyen al crecimiento y desarrollo de las plantas. (ENRO FUNDACES, 2000).

c) Levaduras.

Saccharomyces cerevisiae y *Candida utilis*, descomponen proteínas complejas, carbohidratos generando compuestos bioactivos (vitaminas, hormonas y enzimas), que pueden promover el desarrollo y la actividad de las plantas superiores. A partir de aminoácidos y azúcares producidos por bacterias involucradas en procesos fotosintéticos, materia orgánica y raíces de plantas, las levaduras crean y utilizan compuestos antimicrobianos esenciales para el crecimiento de las plantas. Las hormonas y enzimas producidas por la levadura son ejemplos de sustancias bioactivos que pueden aumentar el número de raíces y la viabilidad celular. (ENRO FUNDACES, 2000)

d) Actinomicetos.

Streptomyces albus, *Streptomyces griseus*, al producir antibióticos (con efecto bactericida y bioinhibidor), actúan como antagonistas de numerosas bacterias y hongos fitopatógenos. Fomentan el desarrollo, la actividad de micorrizas y axobacterias, son un grupo considerable de bacterias Gram-positivas que normalmente crecen formando filamentos, dándoles una estructura a medio camino entre las bacterias y hongos. Producen compuestos antibacterianos mediante el uso de bacterias que son capaces de hacer un crecimiento fotosintético, así como bacterias que producen aminoácidos y azúcares. Los actinomicetos pueden coexistir con las bacterias fotosintéticas, por lo tanto ambas especies aumentan la actividad microbiana para mejorar la calidad del suelo. (ENRO FUNDACES, 2000)

El EM es un producto microbiano multipropósito que contiene una amplia variedad de organismos vivos, cuando hay comida y un ambiente que los apoya, estos microorganismos pueden propagarse entre sí, es sencillo realizar esta propagación conocida como activación, el éxito depende del aumento de la densidad de población de estos microorganismos ventajosos. El producto se puede usar con más frecuencia y al mismo tiempo ahorrar dinero gracias a la "activación" del EM. (Nina, 2018). Para la activación se emplea envases de botellas, recipientes o frascos de plástico sellados con tapa hermética, melaza (sustancia al 5%) por volumen no debe contener conservantes y si se usa otra fuente como el azúcar blanco se debe hervir, en cuanto al agua si se usa del grifo se deberá dejar reposar de 24 a 48 horas para permitir la eliminación del cloro. Para empezar la activación se debe disolver primero la melaza para disminuir los efectos negativos del cloro sobre los microorganismos seguidamente adicionar el EM COMPOST inactivo a 18 litros de agua sin cloro, el EM "Activado" (EMA) está listo para usar después de 4 a 7 días de preparación cuando el pH está por debajo de 3.8 (el pH ideal 3.5) con olor agridulce, muy similar al guarapo o chicha, cambiando de color negro a marrón rojizo, este microorganismo activado EMA se puede usar hasta un mes después de la preparación, funciona mejor cuando se usa por un período de tiempo más corto. (Ramires, 2006)

1.6.2 Trichoderma spp

Trichoderma viride., *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma harzianum*, son hongos antagonistas preparados a base de cepas naturales de *Trichoderma*, poseen excelentes cualidades para el control biológico de algunas enfermedades fúngicas como: *Alternaria sp*, *Phytophthora sp.*, *Botrytis*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rosellinia bunodes* (Complejo ayahuaico), *Hemileia*

vastatrix, *Cercospora*, *Mycena citricolor*, *Phoma* y *Antracnosis*. Este hongo es un tipo de microorganismo que puede alterar las sustancias orgánicas para que los gases permanezcan en el suelo, los materiales menos densos se descomponen antes que los materiales más duraderos como la lignina y las proteínas. (Cano, 2008). Son esenciales en el proceso de descomposición de los carbociclos de compuestos aromáticos en algunos contaminantes. (Cardona, 2008). Es ampliamente utilizado en el control biológico como bioplaguicida, biofertilizante y bioestimulante, hay muchas especies de *Trichoderma*, todas las cuales tienen la capacidad de colonizar las raíces de las plantas absorber nutrientes y permitir que la planta los use como fuente de nutrientes. En control biológico, se utilizan para parasitar hongos patógenos regulando su presencia y mejorando las condiciones de vida de las plantas. (Martinez & Reyes, 2013). Actúa como estimulante del crecimiento radicular, promueve el desarrollo de raíces más fuertes y sanas debido a la secreción de fitohormonas, lo que permite el incremento de raíces para una mejor asimilación de nutrientes y humedad, no posee toxicidad para animales (artrópodos, abejas, abejorros y hombre), así como también no produce contaminación al agua. Se puede usar en la agricultura convencional orgánica. (BIOPLAG, 2007). El almacenamiento del producto debe ser bajo sombra (temperatura menor a 24° C), en un ambiente limpio y fresco, con buena aireación como máximo por 5 a 6 meses. Es compatible con productos biológicos de reacción acida a base de hongos o bacterias, se debe usar aguas preferentemente de pH entre 5.5 y 7.0 como agua de lluvia o agua no clorada. El éxito de la aplicación y el control con hongos antagonistas se debe a buenos equipos de aspersión preferentemente nuevos o limpios para una aplicación uniforme.

1.7 Base Legal

✓ **Constitución Política del Perú (1993)**

Artículo 195.- “Los gobiernos locales promueven el desarrollo y la economía local y la prestación de los servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas, planes nacionales y regionales de desarrollo” Son competencia para: “Inc.8.Desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda, saneamiento, medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales”

✓ **Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM, que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030**

Objetivo prioritario 4: “Este objetivo responde a la causa directa “Deterioro de la calidad ambiental”. A través de este objetivo, se aborda el deterioro de las estructuras productivas, que se ven afectadas por la mala disposición de los residuos, por ejemplo: Arrojo de residuos a los ríos, al mar, lagos y espacios rurales. Asimismo, busca reducir los niveles de morbilidad y mortalidad, generados por enfermedades gastrointestinales y respiratorias en el nivel nacional. (Decreto Supremo No 023-2021-MINAM, 2021) Que Aprueba La Política Nacional Del Ambiente al 2030.

Resolución Ministerial N° 191-2016-MINAM, que aprueba el “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PLANRES 2016-2024”.

El objetivo: “Reducir la producción nacional de residuos sólidos y controlar los riesgos sanitarios y ambientales asociados, esto implicará entre otras acciones, la implementación de programas permanentes de educación ambiental y la promoción de la participación ciudadana para el control y minimización de la generación per cápita, incrementar la calidad y cobertura de los servicios de residuos sólidos implantando incluso la recolección

selectiva; reducir, recuperar, reutilizar y reciclar los residuos; valorizar la materia orgánica de los residuos sólidos a través de medios eficaces de tratamiento como el compostaje; disponer en forma segura, sanitaria y ambientalmente aceptable los residuos sólidos no aprovechados

✓ **Ley N° 28611, Ley General del Ambiente**

Artículo 119.- Del manejo de los residuos sólidos 119.1 La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales. (Ley N° 28611 Ley General del Ambiente, 2005)

✓ **Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades**

Artículo 80.- Las municipalidades, en materia de saneamiento tienen como función regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito de su respectiva provincia. (Ley No 27972, 2003)

✓ **Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

Artículo 2.- Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos

En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, co-procesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

Artículo 6.- Lineamientos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos

Promover la experimentación e investigación científica con residuos, con la finalidad de facilitar y maximizar su valorización y/o reducir su peligrosidad. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

Artículo 34.- Segregación en la fuente

La segregación de residuos de gestión municipal y no municipal es obligatoria y debe realizarse en la fuente de generación. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

Artículo 37.- Valorización

La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos (D.L. N° 1278, 2016). Dicha operación consiste en la transformación química y/o biológica de los residuos sólidos para constituirse de manera total o parcial como insumos, materiales o recursos en los diversos procesos; así como en la recuperación de componentes o materiales, establecida en la normativa (D.L. N° 1278, 2016)

Artículo 48.- Formas de Valorización

Constituyen operaciones de valorización material: La reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas que, a través de procesos de transformación física, química, u otros, demuestren su viabilidad técnica, económica y ambiental. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

✓ **Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

Artículo 36.- Aspectos generales, la valorización de residuos sólidos municipales debe priorizarse frente a la disposición final de los mismos. (...) (D. S. N° 014-2017-MINAM, 2017)

- ✓ **Decreto Supremo N° 044-2006-AG que aprueba el reglamento técnico para los productos orgánicos**

Artículo 11°.- Manejo de la fertilidad del suelo

Está estrictamente prohibido el uso de fertilizantes derivados de excrementos humanos, basura doméstica urbana y/o aguas servidas, excepto para proyectos no alimentarios (forestales, paisajístico y ornamentales) avalados por el organismo de certificación. (...) (Decreto Supremo No 044-2006-AG que aprueba el reglamento técnico para los productos orgánicos, 2006).

- ✓ **NORMA TÉCNICA PERUANA 900.058 2019**

Aprobada con R.D. N° 003-2019-INACAL/DN., Esta Norma Técnica Peruana establece los colores a ser utilizados para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos de los ámbitos de gestión municipal y no municipal.

- ✓ **NORMA TECNICA PERUANA 201.207 2020**

Aprobada con R.D. N° 042.2020-INACAL/DN, Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos de compost a partir de los residuos agrícolas, pecuarios, agroindustriales y forestales debidamente segregados.

- ✓ **NORMA TÉCNICA PERUANA 201.208 2021,**

Aprobada con R.D. N° 017-2021-INACAL/DN, Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos de compost a partir de los residuos sólidos orgánicos municipales, provenientes de mercados, ferias, áreas verdes, domiciliarios, restaurantes y establecimientos de expendio de comidas.

CAPITULO II

AREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación

2.1.1 Política

El área de estudio políticamente se encuentra ubicada en:

- ✓ **Región:** Cusco
- ✓ **Provincia:** Cusco
- ✓ **Distrito:** Santiago
- ✓ **Comunidad:** Mayrasco, planta de Valorización de residuos sólidos orgánicos de la municipalidad del distrito de Santiago

2.1.2 Geográfica

Tabla 6 *Límites de la planta compostera*

NORTE	Mayrasco
SUR	Occopata
ESTE	Pfusñupampa
OESTE	Huamancharpa
Latitud	13°31'26"
Longitud	71°58'47"
Altura	3427msnm

El estudio del presente trabajo se realiza en la planta de Valorización de Residuos Sólidos de la Municipalidad distrital de Santiago, ubicada en el lugar denominado “Mayrasco”, distrito de Santiago, provincia de Cusco, el terreno que se utiliza para este estudio tiene una extensión de 1000 m² que pertenece a la infraestructura de valorización de residuos sólidos orgánicos “planta de compostaje de la municipalidad distrital de Santiago”, en cesión de uso por la comunidad campesina de Mayrasco.

Figura 5 Ubicación geográfica de la comunidad de Mayrasco del distrito de Santiago.

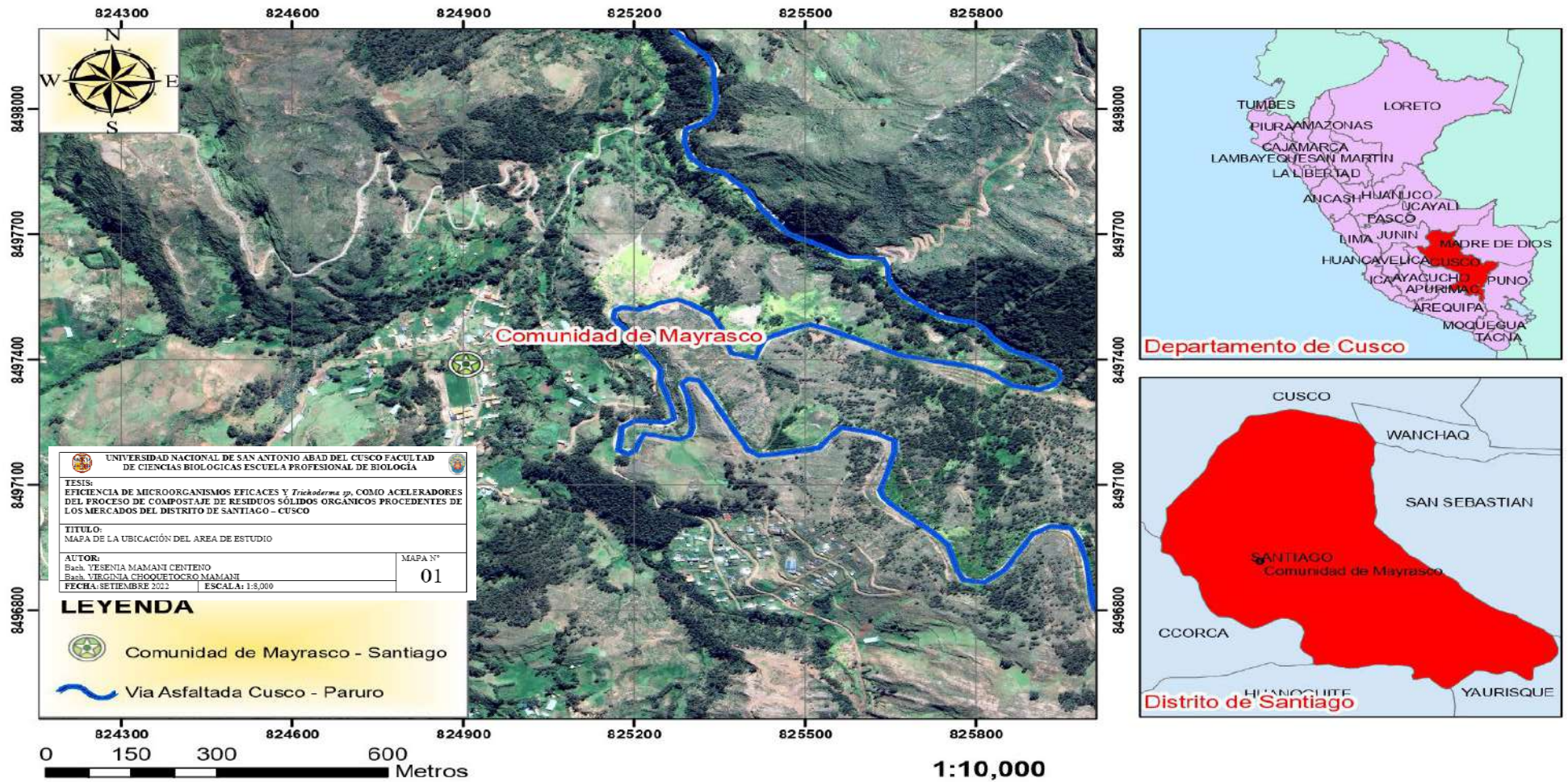
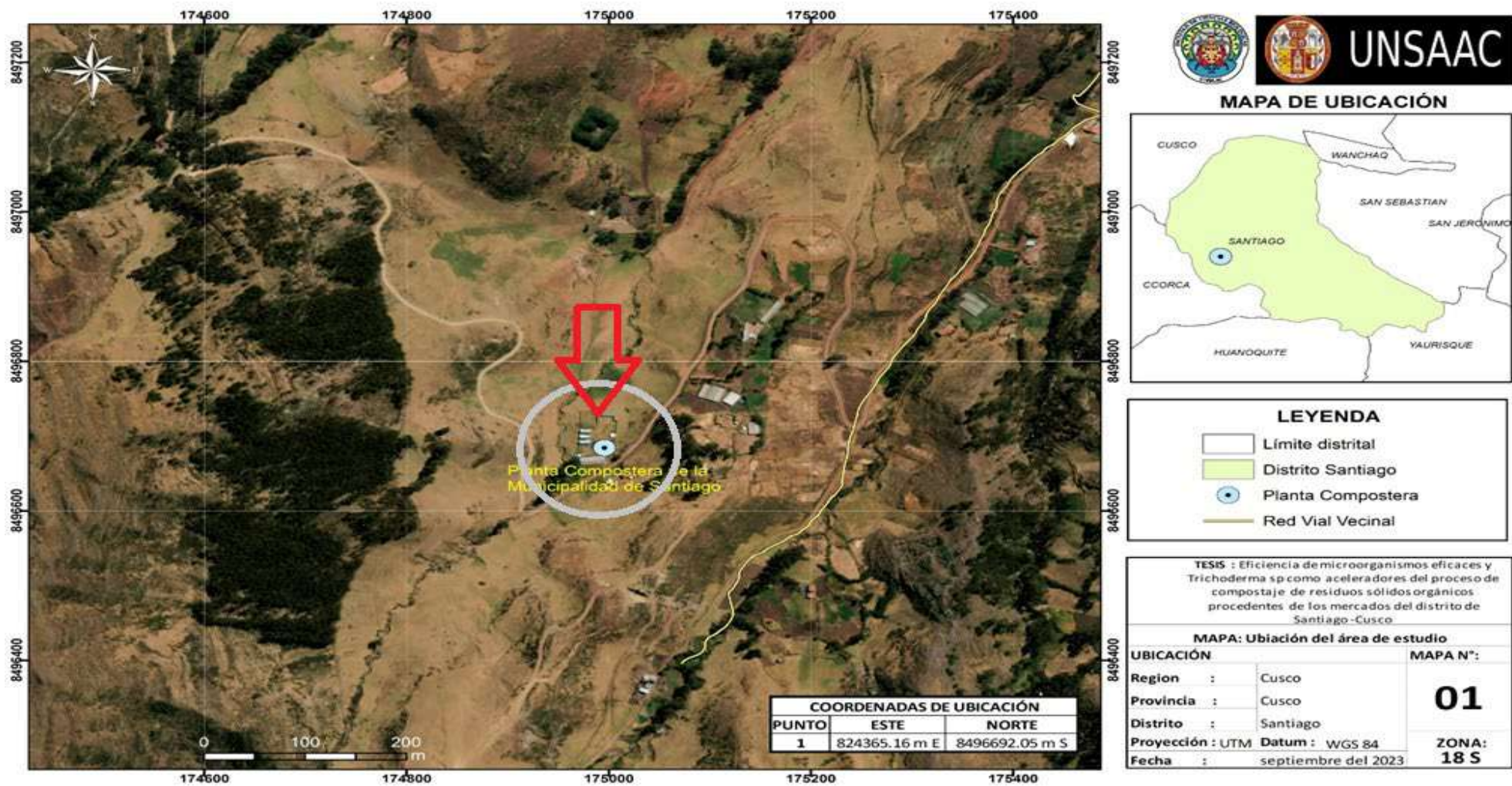


Figura 6 Ubicación de la planta de valorización de la municipalidad de Santiago



2.2 Accesibilidad

El acceso a la planta de compostaje lo brinda la carretera de Paruro, a unos 8 km encontramos un camino carrozable que nos permite acceder a la comunidad de Mayrasco, conducimos durante unos 7 minutos hasta llegar a la planta de valorización de residuos sólidos.

2.3 Geología

El conocimiento de las formaciones geológicas, así como sus características litológicas, constituyen un aspecto de especial interés aplicativo, ya que permite determinar grado y tipo de impacto que se desencadena en el medio geológico. La descripción geológica del área de estudio se ha desarrollado sobre la base de la información publicada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en su cuadrángulo de la Carta Geológica (2002) de Tambobamba (Hoja 28-r-I) y se han identificado las siguientes unidades litoestratigráficas locales que se muestra a continuación:

- ✓ Formación Puquín
- ✓ Formación Quilque
- ✓ Formación Chilca
- ✓ Formación Kayra

2.4 Geomorfología

El distrito de Santiago se encuentra en el noroeste de altiplano occidental. Morfológicamente se caracteriza por presentar mesetas de altitudes de 3800 metros y 4000 metros, aunque la altitud de algunas montañas locales puede superar los 4400 metros. La unidad está dividida por numerosos ríos, lo que le da una configuración agreste. (Carlotto,

Cárdenas, & Rodríguez, 2010). Presenta. las siguientes unidades geomorfológicas:
Montañas bajas, terrazas, conos aluviales, vertientes de ladera y los cauces de río.

2.5 Clima

Tabla 7

Datos de la Temperatura y precipitación de la Estación Meteorológica Perayoc – UNSAAC (2011 – 2022)

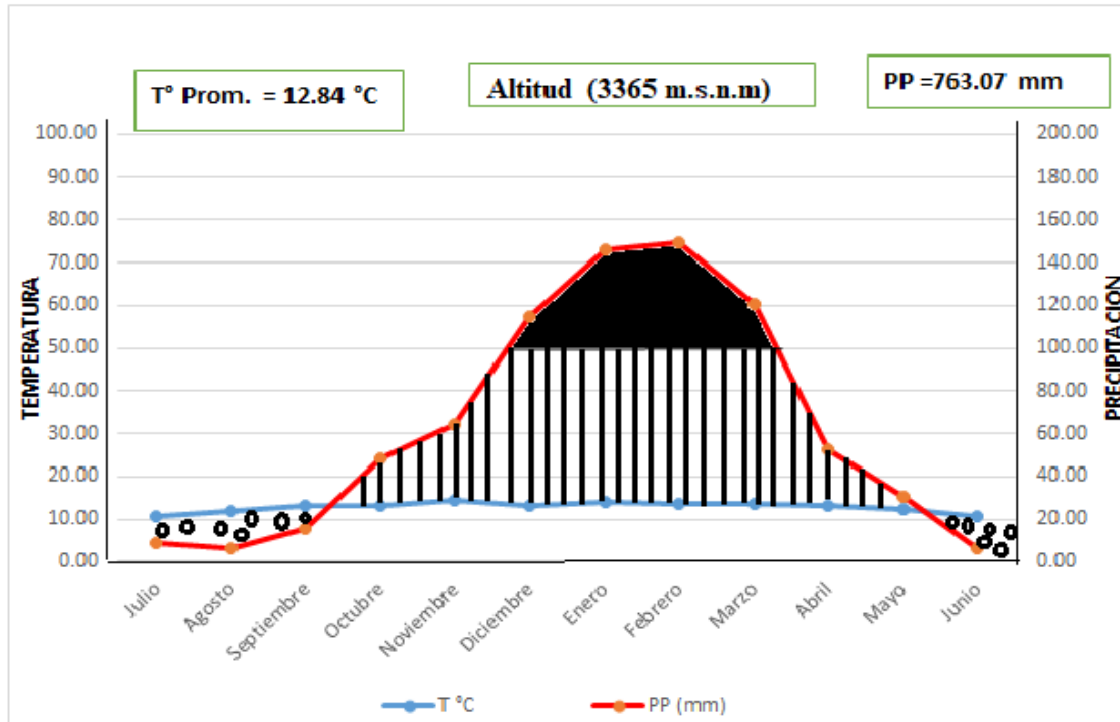
MESES	T °C	PP (mm)
<i>Julio</i>	10.71	8.71
<i>Agosto</i>	11.83	5.95
<i>Septiembre</i>	13.04	15.35
<i>Octubre</i>	13.28	48.48
<i>Noviembre</i>	14.49	64.39
<i>Diciembre</i>	13.39	114.89
<i>Enero</i>	13.97	145.59
<i>Febrero</i>	13.46	149.49
<i>Marzo</i>	13.80	120.48
<i>Abril</i>	13.09	52.82
<i>Mayo</i>	12.28	30.69
<i>Junio</i>	10.73	6.26
$\bar{x} T$	12.84	
$\sum PP$		763.07

Nota. Estación Meteorológica Perayoc – UNSAAC (2011 – 2022)

De acuerdo a la tabla N° 7 se observa que la temperatura media anual registrada para los años 2011 al 2022 fue de 12.84 °C, la temperatura mínima se da en el mes de julio con un 10.71 °C y la máxima de 14.49 °C en el mes de noviembre. La precipitación total anual registrada para los años 2015 al 2022 tuvo un 763.07 mm/año. Por otro lado, la mayor precipitación alcanzada es en el mes de febrero con 149.49 mm y con un mínimo en el mes de agosto de 6.95 mm.

Figura 7

Climatodiagrama de la estación Perayoc – UNSAAC (2015– 2022)



Nota. Climatodiagrama elaborado en base a la tabla 7 datos de la Estación Meteorológica Perayoc – UNSAAC (2011 – 2022)

La figura que antecede se muestra que la época de secas o estiaje se da en los meses de mayo a setiembre, mientras los meses de mediana precipitación o lluvias moderadas son: setiembre a abril y las épocas de mayor precipitación se dan a mediados de noviembre a marzo.

2.6 Ecosistema

Según el mapa nacional de ecosistemas del Perú se clasifica como:

Bosque Relicto- Meso andino

Ecosistema andino de composición y estructura variable, representado por comunidades mixtas y puras de *Escallonia Resinosa* “Chachacomo” o “Karkac”, *Escallonia Myrtilloides* “Tasta”, *Podocarpus glomeratus* “Intinpa”, *Myrcianthes oreophila* “Unka” en las zonas más

húmedas y *Kageneckia lanceolata* “Lloque”, *Alnus acuminata* “aliso” o “Lambran” y otras especies en las zonas más secas.

Se extiende por más de 0.5 hectáreas, con árboles de una altura superior de 2 metros y una cobertura del suelo superior al 10%, con laderas montañosas con pendientes moderadas a fuertes. (MINAM, 2019)

De acuerdo a la clasificación establecida por HOLDRIGE la zona vida es Bosque seco - Montano Bajo Subtropical (bs – MBS) que se encuentra dentro de la zona de clima templado frío semi-húmedo, con una precipitación total anual promedio de 600 mm a 900 mm y una temperatura biológica promedio anual de 12°C a 18°C tiene un terreno plano a muy accidentado. La vegetación natural consiste en espinas, agave, capulí, etc. siendo dañada seriamente y en su mayoría reemplazada por cultivos.

2.7 Suelos

El mayor esparcimiento territorial está integrado por comunidades campesinas, los suelos en las partes altas son de tipo franco arenoso de calidad agronómica apta para el cultivo, la producción forrajera y ganadería, pero están siendo deterioradas en su cobertura vegetal debido al mal uso de los pastizales y escorrentías de las aguas superficiales. (Valderrama, 2018)

2.7.1 Capacidad de uso mayor de tierras

Se lleva a cabo de acuerdo con las normas del "Reglamento sobre la Clasificación de las Capacidades de Uso del Suelo" aprobado por el Ministerio de Agricultura, el término tierra se refiere a los siguientes componentes: Clima (zona de vida), suelo y topografía. El sistema de clasificación según su mayor capacidad de uso consta de tres (03) categorías de uso: Grupos, Clases y Subclases. (Valderrama, 2018)

las pronunciadas pendientes de la zona provocan una grave erosión del cauce del río, lo que a su vez provoca inestabilidad en las pendientes. En la parte alta y media de la cuenca existen 10 comunidades campesinas que cultivan principalmente tubérculos y cereales en secano y crían animales en sistemas de pastoreo extensivo, utilizando la tierra para ambas actividades, lo que ha resultado en una pérdida paulatina de tierras y una reducción en la cubierta vegetal debido al pastoreo excesivo, la escorrentía de agua superficial acelera la erosión del suelo por lo que determina una baja calidad agrícola. (IMA, 2008).

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Biológico.

- ✓ Microorganismos Eficaces - EM
- ✓ *Trichoderma sp*

3.1.2 Campo.

- ✓ Sacos de arpillera
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Plumón indeleble y lapiceros
- ✓ Mochila fumigadora de 20 litros.
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Bolsas de polietileno
- ✓ Etiquetas para muestras de compost
- ✓ Jarra medidora de 200 ml
- ✓ Plástico doble calibre N° 5
- ✓ Letreros para las pilas composteras
- ✓ Malla tipo raschell
- ✓ Balde 18 lts
- ✓ Cilindro 100 y 200 lts
- ✓ Maquina picadora
- ✓ Rastrillos, pico y palas
- ✓ Manguera de 30 metros con diámetro de 1/2 pulgadas,

- ✓ Zaranda de 1.5 cm de diámetro
- ✓ Residuos Sólidos Orgánicos
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Termómetro marca CDIYTOO
- ✓ Multiparametro (Humedad marca GAIN EXPRESS, pH marca SOIL TESTER)
- ✓ Balanza de plataforma
- ✓ Equipos de Protección Personal

3.1.3 Gabinete

- ✓ Computadora (laptop)
- ✓ Impresora
- ✓ Calculadora
- ✓ Bibliografía especializada

3.2 Método

3.2.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es descriptivo transversal con enfoque cuantitativo. Debido a que se describirán el proceso de descomposición de tres tratamientos y el testigo hasta su producto final compost.

3.2.2 Caracterización de Residuos Sólidos generados en los mercados del distrito de Santiago

3.2.2.1 Etapa previa al estudio de caracterización

A. Sensibilización

Se realiza a los comerciantes de los mercados Zarzuela, Virgen Asunta, Arequipeño y Huancaro, dándoles a conocer la importancia de la segregación, separación y

aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante el producto de los residuos sólidos, los días de recojo y horarios.

B. Recolección de residuos sólidos.

Los residuos sólidos que se obtienen para este trabajo de investigación son recolectados de 4 mercados: Zarzuela, Virgen Asunta, Huancaro, Arequipeño, del distrito de Santiago. Estos residuos se acopian durante 7 días en horas de la mañana de los puestos o estands de dichos mercados y ser transportados a la planta de valorización de Residuos Sólidos ubicada en la comunidad de Mayrasco del mismo distrito,

C. Transporte

Los residuos sólidos recolectados se transportan en una unidad vehicular cubiertos con plástico para evitar la caída de los residuos, seguidamente se lleva a una plataforma digital particular para ser pesado, ubicado en el distrito de San Sebastián para su consecuente transporte hacia la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos de la municipalidad de Santiago.

Figura 8

Vehículo recolector y transportador de residuos sólidos orgánicos



D. Descarga

Se realiza sobre un plástico para evitar esparcimiento y una mejor manipulación.

Figura 9

Descarga de Residuos sólidos orgánicos recolectados de los Mercados del distrito de Santiago



3.2.2.2 Parámetros para la caracterización de residuos

Se aplica el método de gravimetría y volumetría establecido por Dr. kunitoshi Sakurai (CEPIS, 2004).

a. Generación de residuos por mercados}

$$GPM = \text{Kg peso recolectados} / \text{Número de mercados}$$

Dónde:

GPM = Generación de residuos por mercado (kg/mercado/día)

Para calcular la generación total de los residuos sólidos se multiplica la generación per cápita por el total de puestos

$$\text{GPM} = \text{Kg peso recolectado} / \text{Numero de mercados}$$

$$\text{GPM} = \text{Kg/mer/día}$$

b. Composición por tipo de residuos solidos

Una vez descargado se procede a separar los residuos por tipo de composición física, distribuyéndolas en bolsas, luego pesarlos y registrar los datos en el registro de pesos.

- ✓ Fórmula para determinar el porcentaje de cada componente de residuos solidos

$$\text{Porcentaje (\%)} = (\text{Pi} / \text{Wt}) \times 100$$

Donde:

Pi: peso de cada componente

Wt.: peso total de los residuos recolectados en un día.

Tabla 8

Ficha de registro de pesos de muestreo para el análisis de composición por tipo de Residuos Sólidos

Tipo de residuo sólido	Detalle de conformación	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1. Residuos aprovechables									
1,1 Residuos Orgánicos									
	restos de alimentos , residuos de maleza y poda								
1.2 Residuos Inorgánicos									
1.2.1 Papel	Blanco, periódico, mixto								
1.2.2 Cartón	Blanco, marrón, mixto.								
1.2.3 Vidrio	Transparente otros colores, otros								
1.2.4 Plástico	PET, PEAD, PEBD, PP, PS, PVC								
1.2.5 Tetra brik									
1.2.6 Metales	Latas, acero, fierro, aluminio, otros metales								
1.2.7 Textiles	Telas								
1.2.8 Caucho	cuero jebe								
2.2 Residuos no aprovechables	Bolsas de plástico ,residuos sanitarios, pilas, tecno por, restos por medicamentos, envolturas de snack, galletas								

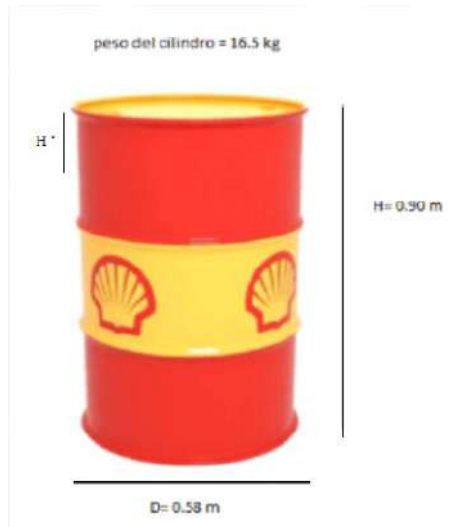
Nota. MINAM 2019

c. Densidad de Residuos Sólidos (orgánicos)

Se aplica el método de volumen del cilindro para determinar la cantidad de residuos sólidos generados por unidad de volumen, expresados en Kg/m³ o Ton/m³. Se determina colocando residuos sólidos orgánicos, previamente pesados en un cilindro de lados rectos, de aprox. 200 litros midiendo su diámetro y altura. Cuando se procedió a llenar el cilindro, se deja un espacio de 10 cm para facilitar su manipulación. seguidamente se levanta el cilindro a una altura de 10 a 15 cm y se suelta, se repite esta operación 3 veces para compactar los residuos orgánicos y se registra todos los datos.

Figura 10

Dimensiones del cilindro utilizado



Fórmula establecida por el MINAN 2019 para hallar la Densidad

$$\text{Densidad(S) kg/m}^3 = \frac{w}{Vr} = \frac{W}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 (H_f - H_0)}$$

Donde:

S: Densidad de los residuos sólidos (kg/m³)

W: Peso de los residuos sólidos

Vr: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro

Hf: Altura total del cilindro

Ho: Altura libre del cilindro

π: Constante (3.1416)

Figura 11

Dimensiones del cilindro para hallar la densidad.



Figura 12

Disminución de los residuos sólidos después de las tres sacudidas



d. Humedad de residuos sólidos orgánicos

El contenido de humedad de los residuos sólidos se refiere a la cantidad total de humedad que contienen. El cálculo de este parámetro es importante para estimar el potencial de los residuos sólidos para generar lixiviados y posteriormente promover su degradación (digestión aeróbica y anaeróbica). (MINAM, 2019) Cabe señalar, que la toma de la muestra para el análisis de humedad es determinada por cada laboratorio. Para el análisis de este

parámetro, se sigue el protocolo establecido para el manejo de las muestras correspondientes dadas por el laboratorio MC QUIMICALAB.

1. Se saca 2 kilos de muestra aplicando el método de cuarteo
2. La muestra se coloca en una bolsa debidamente etiquetada.
3. El traslado fue el mismo día al laboratorio fisicoquímico MC QUIMICALAB para sus análisis correspondientes.

3.2.3 Determinar el proceso de compostaje aplicando aceleradores Microorganismos Eficaces - EM y Trichoderma sp en tiempo y cantidad en la producción de compost

3.2.3.1 Acondicionamiento para el Proceso de Compostaje.

Se aplica la metodología del diseño experimental, consta de un área 182 m², se inicia con el acondicionamiento de dos módulos para el proceso de compostaje, según el Manual de compostaje del agricultor (FAO, 2013), que consiste en colocar arpilleras alrededor de los módulos para evitar el enfriamiento de las pilas y la protección de los rayos solares, para ayudar en la disminución del tiempo para la descomposición, cuenta con un piso de cemento y un canal en cada módulo por donde se da el filtrado de los lixiviados.

Figura 13

Acondicionamiento de la Planta de Valorización de Residuos Sólidos en la comunidad de Mayrasco-Santiago



3.2.3.2 Picado y/o Reducción de los Residuos Sólidos Orgánico

Con el material acopiado se procede a realizar el picado manual de los residuos orgánicos a un tamaño de 3 a 5 cm aproximadamente con ayuda de un machete y una maquina picadora, dejando deshidratar los días que duraron el acopio para después realizar la homogenización del todo el material y así facilitar la descomposición.

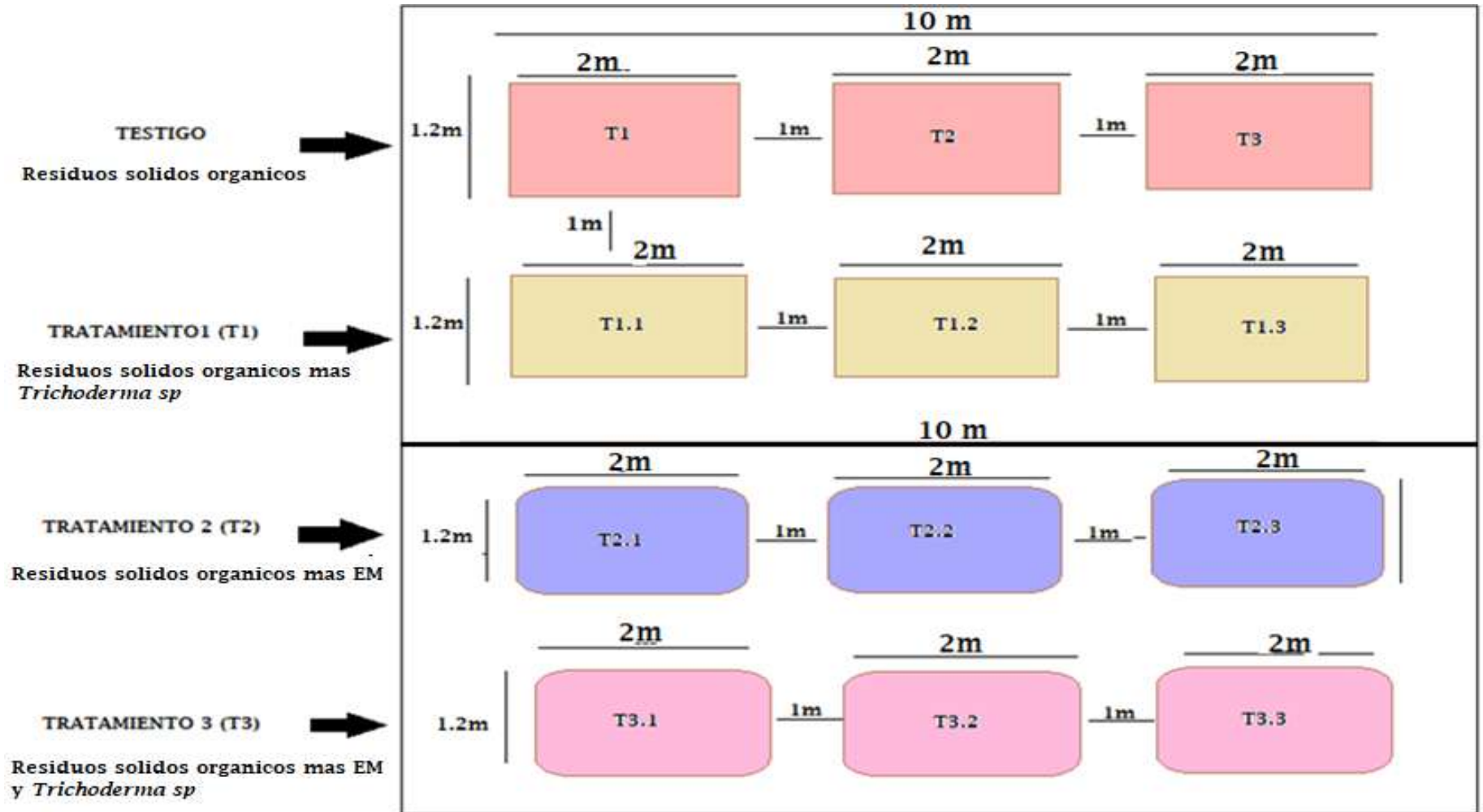
3.2.3.3. Ubicación de las pilas para el proceso de compostaje

se elabora en dos módulos de 10m de largo por 6m de ancho para los cuatro tratamientos, en cada módulo se instaló dos tratamientos con sus respectivas repeticiones. Cada pila tenía las siguientes dimensiones:

- ✓ Largo: 2m
- ✓ Ancho: 1.20 m
- ✓ Altura: 1.00 m

Figura 14

Diagrama de la ubicación de las pilas composteras donde se dará el proceso de compostaje



3.2.3.4 Activación y preparación de los Aceleradores

a) Activación de los Microorganismos Eficientes-EM. (Teruo Higa -1980)

Se realiza según la metodología establecida por el producto:

Primero se procede a la activación de los microorganismos eficaces (EM-COMPOST), en la misma planta de valorización de residuos sólidos orgánicos de la comunidad de Mayrasco, para la cual se utiliza un bidón aceitunero con capacidad de 100 L. Donde se le incorpora 1L de melaza de caña de azúcar con 1 litro de microorganismos eficientes al 5% (0.05×10^3) y 18 litros de agua sin cloro, posteriormente se homogeniza y se tapa herméticamente para el proceso de fermentación por un periodo de 7 días en un invernadero para ayudar al proceso de fermentación, transcurrido este periodo se libera un biogás y se observa que en la superficie del preparado se presenta una coloración blanca y un olor agridulce indicándonos de esta manera que el EM está activado (Nina, 2018)

Figura 15

Materiales utilizados para la activación del EM compost



Figura 16

Preparación para la activación del EM compost



✓ Preparación del EMA disuelto concentración 0.01×10^{-2}

Se mezcla un 1L de EM activado ($EMA 0.01 \times 10^{-2}$) en una mochila de riego que contenía 19 L de agua sin cloro (agua de lluvia) repitiendo este procedimiento para cada volteo durante todo el proceso de compostaje.

b) Preparación del *Trichoderma sp.* Con una concentración de $> 1.8 \times 10^{10}$ conidias/gr

Se realiza según la metodología establecida por el producto, contiene tres especies de *Trichoderma* que son; *Trichoderma viride*, *Trichoderma aspergillum* y *Trichoderma harzianum*. Una mayor concentración del producto, genera una buena eficiencia en la aplicación. Se utiliza 1kilo del producto *Trichoderma sp* con 15 litros de agua sin cloro (1/15), se procedió a separar el arroz del *Trichoderma sp* mediante varios lavados obteniendo un líquido de color verde que indica la presencia de estos microorganismos, una vez disuelto se le carga a la mochila fumigadora manual de 20 litros, para el riego

de las pilas composteras de los tratamientos I y III durante la fase mesófila II y maduración a una temperatura ambiente.

Figura 17

Preparación de Trichoderma sp en agua sin cloro



3.2.3.5 Instalación de las pilas de compostaje y aplicación de los aceleradores

Se procede a instalar las pilas composteras con una masa de 1500 kg con dimensiones de 2 x 1.2 x 1.0 m cada una.

a) Armado de las pilas Testigo

- ✓ Las 3 pilas están formadas en varias capas alternadas entre pasto seco y material orgánico, así sucesivamente hasta alcanzar la altura deseada.
- ✓ El primer volteo se realiza a la primera semana para lograr una buena mezcla y homogenización de las pilas, posteriormente los volteos se realizan cada dos semanas durante todo el proceso, lo que permite la mejor descomposición aeróbica de la materia orgánica.
- ✓ Se toma control diario de la Temperatura.

- ✓ Se toma control de la humedad y pH cada semana para garantizar condiciones óptimas que favorezcan la descomposición eficiente.
- ✓ Ante la presencia de moscas y otras plagas se cubre toda la pila con ceniza.
- ✓ Para abrigar las pilas se utiliza el césped o pasto provenientes de las áreas verdes para darle condiciones sin cambios brusco de temperatura.

Figura 18

Armado de las pilas composteras mediante capas



b) Armado de las pilas composteras Tratamiento I

- ✓ Las 3 pilas están formadas en varias capas alternadas entre pasto seco y material orgánico, así sucesivamente hasta alcanzar la altura deseada.
- ✓ Luego se realiza la mezcla y homogenización a la primera semana y después los volteos se realiza cada 2 semanas, lo que permite la mejor descomposición aeróbica de la materia orgánica.
- ✓ Se toma control diario de la Temperatura.
- ✓ Se toma control de la humedad y pH cada semana.
- ✓ Una vez alcanzando la fase mesófila II se procede a la inoculación con 5L por pila del preparado (*Trichoderma sp* disuelto en agua sin cloro), utilizando una mochila de riego

en cada volteo evitando enlodar las pilas, para seguir con el proceso de descomposición y así contra restar los microorganismos patógenos.

Figura 19

Riego de las pilas composteras



c) Armado de las pilas composteras Tratamiento II

- ✓ Las 3 pilas están formadas en varias capas alternadas entre pasto seco y material orgánico, así sucesivamente hasta alcanzar la altura deseada.
- ✓ En cada capa se procede a la inoculación de EMA disuelto con agua haciendo un total de 3 litros por pila.
- ✓ En la primera semana se realiza la mezcla y homogenización mediante volteos incorporando 3 litros de EMA disuelto en agua. A partir de la tercera semana se realizó los volteos y la inoculación cada 2 semanas hasta el sexto volteo término de la fase termófila, lo que beneficia una mejor descomposición aeróbica de la materia orgánica.

- ✓ Para abrigar las pilas se utiliza pasto seco, para evitar cambios bruscos de temperatura.
- ✓ Se toma control diario de la Temperatura.
 - ✓ Se toma control de la humedad y pH cada semana.

Figura 20

Pilas composteras listas para el proceso de compostaje



d) Armado de las pilas composteras Tratamiento III

- ✓ Las 3 pilas están formadas en varias capas alternadas entre pasto seco y material orgánico, así sucesivamente hasta alcanzar la altura deseada.
- ✓ En cada capa se procede a la inoculación de EMA disuelto con agua haciendo un total de 3 litros por pila.
- ✓ En la primera semana se realiza la mezcla y homogenización mediante volteos incorporando 3 litros de EMA disuelto en agua. A partir de la tercera semana se realiza los volteos y la inoculación cada 2 semanas hasta llegar a la fase termófila, el cual ayuda a una mejor descomposición aeróbica de la materia orgánica.

- ✓ Una vez alcanzando la fase de mesófila II 30- 40 °C se procede a la inoculación con 5L del *Trichoderma* preparado (*Trichoderma sp* disuelto en agua sin cloro) en cada pila con una mochila de riego durante cada volteo hasta terminar su proceso de descomposición total 3 semanas y así contra restar los microorganismos patógenos.
- ✓ Para abrigar las pilas se utiliza pasto seco y así evitar los cambios brusco de temperatura.
- ✓ Se toma control diario de la Temperatura.
- ✓ Se toma el control de la humedad y pH cada semana.

Tabla 9

Codificación de los tratamientos para el proceso de compostaje

Nombre	Composición	Total de riegos durante el proceso de compostaje	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Testigo	Residuos sólidos orgánicos 1500 Kg (total de dosis de agua 3L y 5 L por riego)	06 (con agua cada semana) 03 (con agua cada 2 semanas)	1500 T1	1500 T2	1500 T3
Tratamientos 1	Residuos sólidos orgánicos 1500 Kg + <i>Trichoderma sp</i> (dosis 3 litros de agua y 5 L por riego de <i>Trichoderma sp</i>)	06 (con <i>Trichoderma sp</i> disuelto) 03 (con agua)	T1.1	T1.2	T1.3
Tratamiento 2	Residuos sólidos orgánicos 1500 gr + EM (microorganismos eficaces total de dosis 3 litros de EMA disuelto por riego Y 5L de agua)	06 (con EMA disuelto) 03 (con agua)	T2.1	T2.2	T2.3
Tratamiento 3	Residuos sólidos orgánicos 1500 gr + EM + <i>Trichoderma sp</i> (3 litros de EMA disuelto por riego 5 litros de <i>Trichoderma sp</i> disuelto por riego)	06 (con EMA disuelto) 03 (con <i>Trichoderma sp</i> disuelto)	T3.1	T3.2	T3.3

3.2.3.6 Parámetros Evaluados en el proceso de compostaje

a. Temperatura.

Es un indicador muy importante, por tal razón se registra desde el primer día de la instalación de las pilas composteras. Para determinar la temperatura, se emplea un termómetro de la marca CDIYTOO. el termómetro se coloca a una profundidad de 20 cm, (Guimaray, 2018)

Figura 21

Medición de la Temperatura de las pilas composteras



b. pH:

Se efectúa de forma directa, utilizando un multi-parámetro de la marca SOIL TESTER para medir el pH del proceso de compostaje, la medición se efectúa cada semana colocando dicho medidor a la parte media de cada pila para después pasar a registrarlo.

Figura 22

Medición del pH de las pilas composteras



c. Humedad

Se realiza la medición directa usando un multiparametro de la marca GAIN EXPRESS, introduciendo a 3 puntos en el medio y extremos luego se procede a sacar un promedio y registrarlo.

Figura 23

Riego de las pilas composteras para mantener su humedad



3.2.4 Determinación de la Calidad del Compost posterior al tratamiento

3.2.4.1 Toma de muestras del compost maduro

Una vez concluido el proceso de compostaje, se toma muestras de las pilas testigo T y los tratamientos T1, T2, T3 para ser llevadas al laboratorio y ser analizadas todos los parámetros pertinentes. Para esto se realiza el método de cuarteo. (MINAM, 2019)

- ✓ Se mezcla las pilas de las tres repeticiones independientemente por cada tratamiento de manera uniforme.

- ✓ Se aplica el método de cuarteo por cada tratamiento que consiste en dividir en 4 porciones hasta alcanzar el tamaño y peso requerido, 1kg de compost maduro por tratamiento para cada laboratorio.
- ✓ Dicha muestra se coloca en una bolsa con sus respectivas etiquetas de cada tratamiento.
- ✓ Las muestras se acondicionan para ser trasladadas a los laboratorios MC QUMICALB, AGQ Labs, Louis Pasteur.

Figura 24

Zarandeo del compost



Figura 25

Compost maduro



Figura 26

Muestras de compost maduro en el laboratorio MC QUIMICALAB



3.2.4.1 Análisis de la Composición Química del Compost maduro

Tabla 10

Parámetros y métodos utilizados para el análisis químico del compost maduro.

Parámetro	Metodología
Humedad	TMECC 03.09
Relación C/N	TMECC 05.07 –A1
pH	TMECC 04. 11
Materia Orgánica	Walkley Black
Calcio	TEMECC 04. 05 -5
Magnesio	TEMECC 04. 05-4
Nitrógeno	Microkjeldahl
Fosforo	Kurt -bray
Potasio	Colorimétrico, cobaltinitrito
Conductividad eléctrica	TEMECC 04.10

Nota. NTP 201.208.2021

3.2.4.2 Análisis de Metales pesados

Tabla 11

Metales pesados según la NTP201.208.2021

Parametros	Metodo
Arsénico	Espect ICP- MS
Cadmio	Espect ICP- MS
Cobre	Espect ICP- MS
Cromo	Espect ICP- MS
Mercurio	Espect ICP- MS
Níquel	Espect ICP- MS
Plomo	Espect ICP- MS
Zinc	Espect ICP- MS

Nota. NTP 201.208.2021

3.2.5.3 Análisis microbiológicos de los compost maduro

Tabla 12

Análisis Microbiológico del compost maduro.

Ensayo	Unidades	Metodo
Coliformes fecales	NMP/100ml	Método de fermentación de tubos Múltiples APHA.AWW.WEF. Part. 9221B. 23th ed.(2017)
Numeración de huevos y larvas de helmintos	Org/L	Laboratry Manual of Parasitological and bacteriological Techniques Cap 2 (1996)
Detección de salmonella en 25g	ausencia/ presencia	ICMSF Microorganismos de los alimentos. Su significado y métodos de enumeración Pag 172-178 2da Ed. Vol 1 Parte II Reimprison 2000 (1983)

Nota. NTP 201.208.2021

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

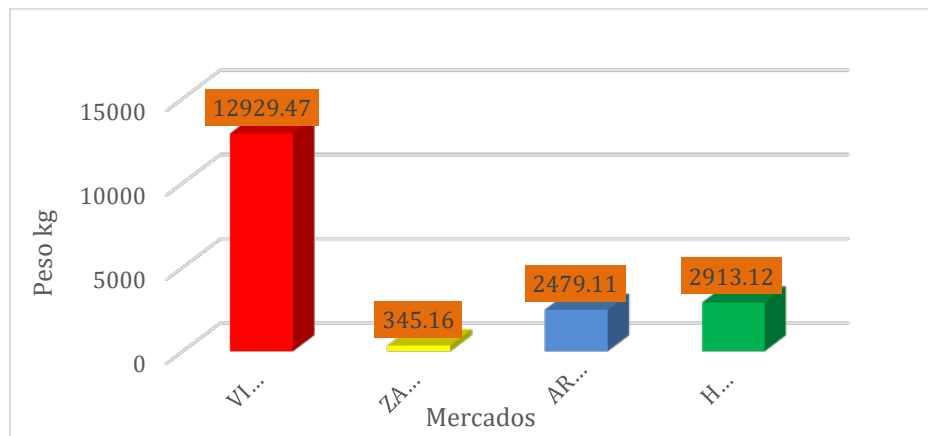
4.1 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LOS MERCADOS DEL DISTRITO DE SANTIAGO

Tabla 13

Cantidad de residuos sólidos recolectados por mercado en 7 días.

Mercados	Kg
Virgen Asunta	12929.47
Zarzuela	345.16
Arequipeño	2479.11
Huancaro	2913.12
TOTAL	18666,86

Figura 27 Cantidad de residuos sólidos recolectados en 7 días de los cuatro mercados.



De figura N° 27 se muestra los pesos durante la recolección de los siete días, donde el mercado Virgen Asunta se obtiene 12929.47 kg/semana, siendo el que más residuos sólidos genera seguido del mercado Huancaro con 2913.12 kg/semana, Arequipeño con 2479.11kg/semana y el mercado que menos residuos sólidos genera el mercado Zarzuela con 345.16 kg/semana.

4.1.1 Composición por tipo de Residuos Sólidos

Tabla 14

Cantidad por tipo de residuos sólidos de los 4 mercados.

	Día1 (Kg)	Día 2 (Kg)	Día 3 (Kg)	Día 4 (Kg)	Día 5 (Kg)	Día 6 (Kg)	Día 7 (Kg)	TOTAL (Kg)
Materia orgánica	2988.30	2797.10	3398,60	2496,70	1995.10	2559.00	2393.50	18628.30
Madera	6.20	1.00	0.10	0.00	3.70	1.50	4.00	16.50
Cartón	3.60	0.00	0.00	2.60	0.00	4.60	1.00	11.80
PET	0.07	0.09	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.23
Plástico duro	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
Bolsas plásticas	1.85	1.75	0.87	0.60	1.20	1.85	1.50	9.62
Tecnopor y similares	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
Metales ferrosos	0.00	0.024	0.012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.036
TOTAL	3000	2800	3400	2500	2000	2567	2400	
Total de residuos sólidos recolectados de los 7 días								18666.86

De la tabla N° 14 se puede observar que durante los 7 días de recojo en los mercados; Zarzuela, Virgen Asunta, Arequipeño y Huancaro generaron 18666.86 kg, obteniendo el mayor peso en materia orgánica con 18628.30 kg, seguido de residuos de madera con 16.50 kg, cartón con 11.80 kg, bolsas plásticas en 9.62 kg y otros en mínimas cantidades.

Tabla 15*Composición por tipo de residuos sólidos de los 4 mercados*

TIPO DE RESIDUO SOLIDO	Kg.	%
Materia orgánica	18628.30	99.79
Madera,	16.50	0.09
Cartón	11.80	0.06
Bolsas plásticas	9.62	0.05
Otros	0.64	0.01
TOTAL	18666,86	100%

En la tabla N°15 se muestra la recolección de los residuos sólidos de los mercados del distrito de Santiago, se observar que en mayor porcentaje corresponde a los residuos sólidos orgánicos con un 99.74%, seguido por 0.06% de cartón, 0.08% en madera, 0.05% de bolsas plásticas y otros con 0.06%, reflejando la buena sensibilización realizada en la investigación

4.1.2 Generación de residuos sólidos por mercado día

$$GPM = 18628.30/7(4)$$

$$GPM = 665.29 \text{ Kg/mercado/día.}$$

Que la generación por mercados es igual a 665.29 Kg/mercado/día

Tabla 16*Proyección de residuos sólidos orgánicos de los cuatro mercados en estudio*

Tiempo	Kg/mercado /día	Ton/mercado/ día	Ton/mercado/s emana	Ton/mercado/ mes	Ton/mercado/ año
Total	665.29	0.66	4.62	19.80	240.90

En la tabla N°16 Se muestra la proyección numérica de los residuos sólidos orgánicos por mercado del distrito de Santiago tomando en consideración la producción de dichos residuos a partir de

kilogramo/ mercado /día. Se realizó la proyección hacia una semana, mes, año, obteniendo 240.90 ton/año, considerándose un potencial para el aprovechamiento de estos residuos sólidos orgánicos.

4.1.3 Densidad de residuos sólidos orgánicos.

Tabla 17

Calculo del volumen para la densidad de residuos sólidos.

DIA	D(m)	H _F (m)	Ho(m)	volumen (m ³)
1	0.58	0.9	0.15	0.15
2	0.58	0.9	0.09	0.09
3	0.58	0.9	0.18	0.18
4	0.58	0.9	0.16	0.14
5	0.58	0.9	0.06	0.06
6	0.58	0.9	0.10	0.1
7	0.58	0.9	0.12	0.12

D: Diámetro del cilindro

H_F: Altura total del cilindro

Ho: Altura libre del cilindro

En la tabla N°17 se puede apreciar las medidas del diámetro y altura del cilindro con una capacidad de 200 litros, utilizado para el cálculo de volúmenes de residuos sólidos orgánicos en los siete días generados de los cuatro mercados del distrito de Santiago.

✓ Densidad promedio Sp

Tabla 18

Densidad promedio(Sp) de residuos sólidos orgánicos de los cuatro mercados

DIA	Peso (Kg)	volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)	Promedio kg/m ³
1	126.5	0.20	638.71	
2	148.6	0.17	694.72	
3	120.3	0.19	632.71	
4	137.2	0.17	683.62	636.89
5	128.6	0.20	579.74	
6	116.4	0.18	550.98	
7	139.6	0.17	677.74	

En la tabla N° 18 se aprecia el cálculo de las densidades por día de los residuos sólidos de los mercados del distrito de Santiago obteniendo un promedio de 636.89 kg/m³, donde la mayor densidad se aprecia en el día 2 con 694.72 kg/m³ y la menor densidad es en el día 6 con 550.98 kg/m³.

4.1.4 Humedad de los residuos sólidos orgánicos.

De acuerdo a la guía de caracterización por el MINAM se realizó el análisis en el cuarto día con un resultado del 86% de humedad de materia orgánica con referencia a la composición física.

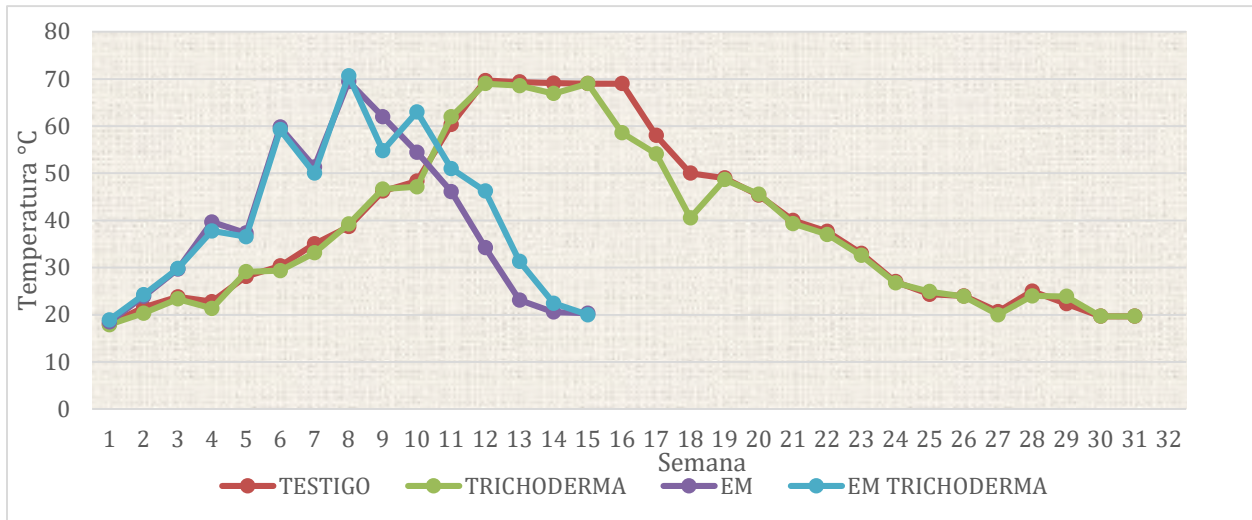
4.2 PROCESO DE COMPOSTAJE APLICANDO ACELERADORES MICROORGANISMOS EFICACES - EM Y TRICHODERMA SP EN TIEMPO Y CANTIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE COMPOST

4.2.1 Parámetros evaluados en el proceso de compostaje

a) Monitoreo de la temperatura

Figura 28

Comportamiento de la temperatura durante el proceso de compostaje

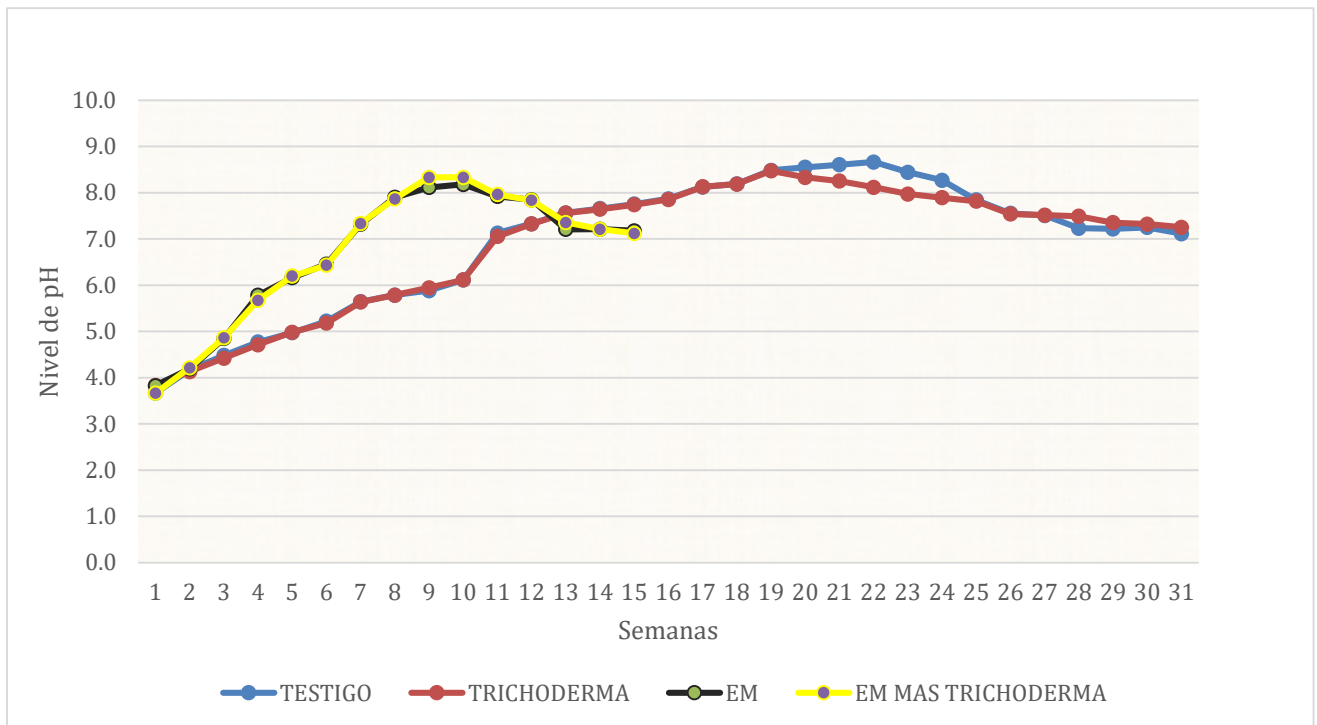


En la figura N°29 se observa el comportamiento de la temperatura para cada tratamiento desde la semana 1 hasta la semana 15 (3 meses), los tratamientos Testigo y *Trichoderma sp* presentaron una tendencia positiva y de aumento de la temperatura promedio a lo largo de las semanas, sin embargo, en relación a los tratamientos EM y EM *Trichoderma sp* muestran evidencias de aumento de la temperatura promedio hasta la semana ocho y desde ahí a medida que las semanas transcurrían la temperatura tuvo una disminución hasta la semana quince, esto muestra claramente el comportamiento de los valores registrados y de la variabilidad presente entre los datos, los tratamientos EM y EM más *Trichoderma sp* desarrollaron todo el proceso de compostaje en solo quince semanas; sin embargo los tratamiento Testigo y *Trichoderma sp* continúan su proceso hasta la semana 31 (7 meses).

b) Monitoreo del pH

Figura 29

Comportamiento del pH a lo largo del tiempo

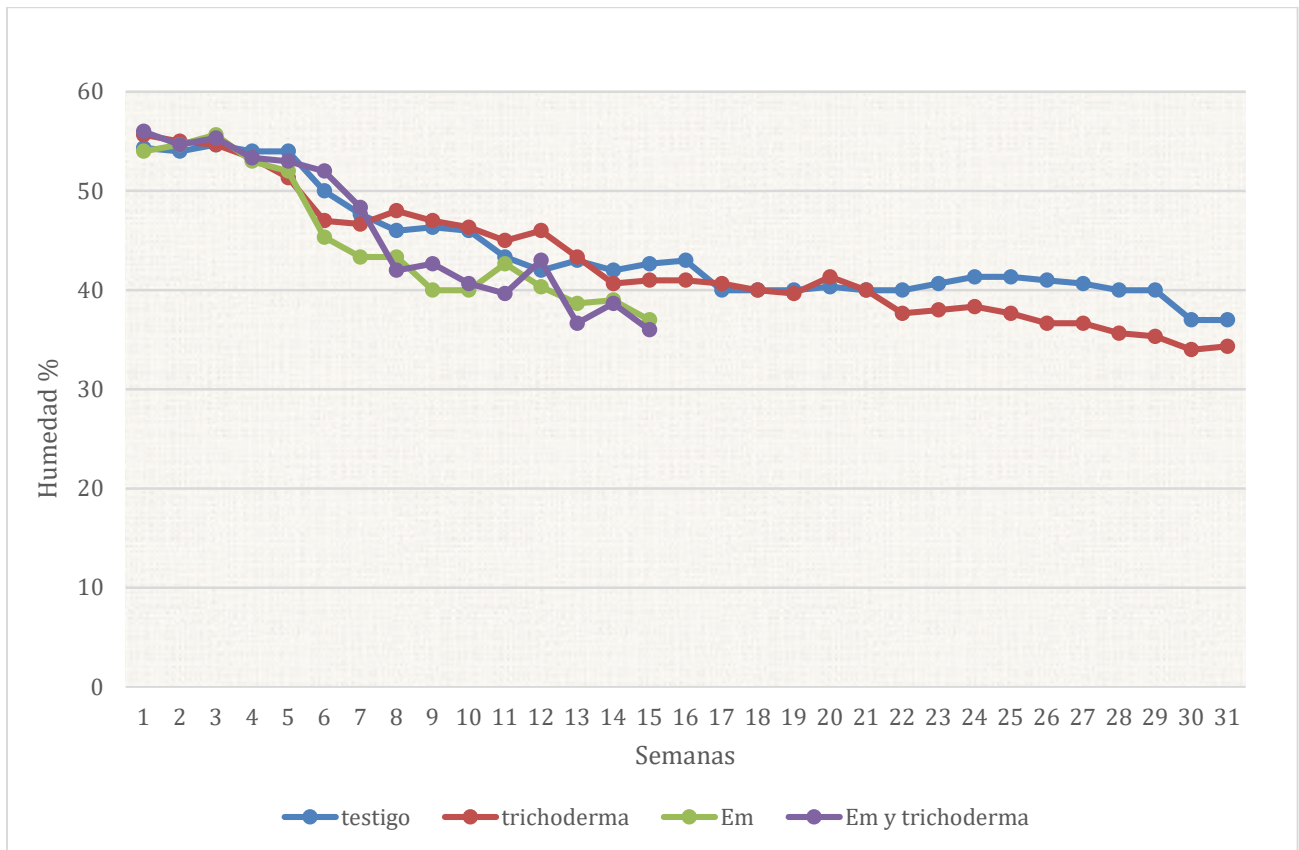


En la figura N° 30 se observa el comportamiento del pH para cada tratamiento desde la semana 1 hasta la semana 15, los tratamientos Testigo y *Trichoderma sp* presentan una tendencia positiva y un aumento del pH a lo largo de las semanas y los tratamientos EM y EM más *Trichoderma sp* mostraron un incremento positivo pero acelerado del pH hasta la semana 10 y desde ahí comenzó a descender hasta alcanzar un pH neutro ligeramente alcalino.

C) Monitoreo de la Humedad

Figura 30

Comportamiento de la Humedad durante el proceso de compostaje.



En la figura N°31 se observa el comportamiento de la humedad para cada tratamiento desde la semana 1 hasta la semana 15, los tratamientos Testigo y *Trichoderma sp* presentan una tendencia positiva en la disminución de la humedad promedio a lo largo de los días, sin embargo, en relación

a los tratamientos EM y EM más *Trichoderma sp* muestran evidencias significativas en cuanto a la disminución de la humedad promedio hasta la semana 8 y a partir de ahí la medida de la humedad empezó a disminuir hasta completar el proceso de compostaje, esto muestra claramente el comportamiento de los valores registrados y de la variabilidad presente entre los datos, los tratamientos EM y EM más *Trichoderma sp* desarrollan todo el proceso de compostaje en solo quince semanas; sin embargo los tratamiento Testigo y *Trichoderma sp* siguen su proceso hasta la semana 31 (7 meses).

4.2.2. Producción del compost de los residuos sólidos orgánicos.

Tabla 19

Producción de la cantidad de compost obtenido por tratamiento

Tratamientos	Compost testigo (T)		Compost con Tratamiento1 (T1)		Compost con Tratamiento2 (T2)		Compost con Tratamiento3 (T3)	
	peso Inicial (Kg)	peso Final (Kg)	peso Inicial (Kg)	peso Final (Kg)	peso Inicial (Kg)	peso Final (Kg)	peso Inicial (Kg)	peso Final (Kg)
Repetición 1	1500	152.1	1500	150	1500	148.6	1500	146.5
Repetición 2	1500	151.3	1500	151	1500	149.1	1500	148.1
Repetición 3	1500	151	1500	150.5	1500	145	1500	141.3
TOTAL	4500	454.4	4500	451.5	4500	442.7	4500	435.9

En la tabla 19 se observa la cantidad de cosecha del compost, donde se muestran una diferencia muy significativa entre ellos, obteniendo mayor producción en cosecha de compost antes del zarandeo en el compost Testigo (T) con un peso de 4.54.4 kg seguido del T1 con 451.5 kg, T2 con 442.7 kg y el T con 435.9 kg siendo la menor cosecha obteniendo solo un 27.3%.

Tabla 20

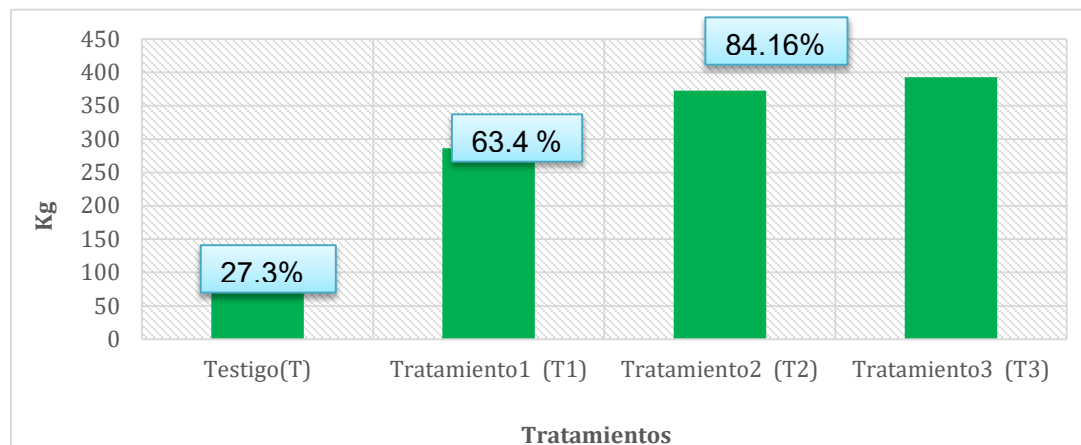
Cantidad y tiempo en la obtención del compost maduro de los 4 tratamientos

Compost	Total de residuos sólidos orgánicos (Kg)	Cantidad de Compost (Kg)	Compost maduro (kg)	%	semanas	Meses
Compost testigo(T)	4500	454.4	124.5	27.3	31	7.1
Tratamiento1 (T1)	4500	451.5	286.3	63.4	30	7.0
Tratamiento2 (T2)	4500	442.7	372.6	84.16	15	3.1
Tratamiento3 (T3)	4500	435.9	392.5	90.0	14	3.0

De la tabla N°20 en cuanto al tiempo se aprecia que el T3 y T2 realizan su proceso de compostaje en 14 y 15 semanas (3meses) respectivamente utilizando menor tiempo debido a la inoculación de microorganismo eficaces que ayudaron al incremento de la temperatura por ende aceleraron el proceso de descomposición, a diferencia de los T1 y Testigo que necesitaron el doble de tiempo para la obtención del compost maduro con 30 y 31 semanas (7-8 meses)

Figura 31

Cantidad de compost maduro posterior al Zarandeo.



En

la figura N°32 se observa el peso total de residuos sólidos orgánicos utilizados por tratamiento, así mismo la producción de compost maduro después del zarandeo, obteniendo una producción mayor de 392.5 igual al 90% en el tratamiento T3, seguido del T2 con 372.6, T1 con 286.3 y por último

el compost Testigo con 124.5 con 27.3%, demostrando que su descomposición no fue la más óptima con respecto a los demás tratamientos.

4.3 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL COMPOST MADURO POSTERIOR AL TRATAMIENTO

4.3.1 Análisis Químicos del compost maduro.

Tabla 21

Resultados químicos de contenido en Nutrientes del compost de los 4 tratamientos.

Tratamiento Parámetros	Testigo (T)	<i>Trichoderma sp</i> (T1)	EM (T2)	<i>Trichoderma sp</i> + EM (T3)	Rangos INACAL- NTP 201.208.2021	Rangos FAO- 2013
pH	7.1	7.3	7.5	7.4	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Relación C/N	15.1	16.1	21.1	15.1	25:1- 35:1	15:1 - 35:1
Materia Orgánica (MO) %	65.60	66.40	68.00	61.6	≥ 20	≥ 20
Nitrógeno %	1	1	1.3	1.4	0.3 % - 1,5%	0,3 % - 1,5%
Fosforo %	0.31	0.46	0.45	0.49%	0.1% - 1,0%	0,1% - 1,0%
Potasio %	0.25	0.24	0.22	0.3%	0.3 % - 1,0%	0,3 % - 1,0%
Humedad %	34	31	35	36	35% - 50%	30% - 40%

De acuerdo a los resultados obtenidos de la tabla N°21 se puede apreciar después de todo el proceso de compostaje los valores de pH para los cuatro tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por la FAO y NTP (6.5-8.5), donde el compost T2 posee el valor de pH más alto con 7.5 seguido por el compost T3 con un valor de 7.4, compost T1 con 7.3 y por último el compost T con 7.1

Según la FAO la relación C/N debe estar en el rango de 10:1 a 35:1 el presente trabajo de investigación se obtiene del tratamiento T2 una relación de 21:1 siendo la mayor relación, seguido

por tratamiento T1 con 16:1, el tratamiento T con 15:1 y finalizando con el tratamiento T3 con la relación 15:1 estableciendo que todos los tratamientos se hallan dentro de los rangos adecuados para la FAO mientras que para la norma técnica NTP 201.208.2021 no se encontrarían dentro de los rangos 25:1 - 35:1 .

El porcentaje de materia orgánica según la NTP 201.208.2021 para compost elaborados en base de residuos sólidos municipales establece que el compost debe estar en el rango de ≥ 20 % de material orgánica. Debido a que sus componentes llevan celulosa y lignina que impiden la degradación rápida. El presente trabajo de investigación encuentra en sus cuatro tratamientos la presencia de abundante materia orgánica, siendo el T2 el más alto con 68% y el más bajo con 61.6% el tratamiento T3.

Para el caso de los porcentajes de nitrógeno obtenidos Según la NTP 201.208.2021 es de 0,3 % - 1,5%, en esta investigación el tratamiento T se obtiene el mayor valor con 2.1 seguido por los tratamientos T1 y T3 ambos con valores de 2 y por último el tratamiento T2 con un valor de 1.6 los cuales presentan alto contenido en Nitrógeno.

Para los resultados de Fosforo según la NTP 201.208.2021 y la FAO 2013 mencionan que el porcentaje de fosforo debe estar en el rango de 0,1% - 1,0%, de los tratamientos evaluados se obtiene que el valor más alto fue del tratamiento T3 con 0.49% seguido por el compost T1 y compost T2, y obteniendo el valor menor el compost Testigo con 0.31%. estos resultados nos muestran que el porcentaje de fosforo en los cuatro tratamientos se encuentran dentro del rango establecido.

El porcentaje de potasio en esta investigación se encuentra de la siguiente manera. el tratamiento con mayor valor es el compost T3 con 0.3 seguido por el compost T, con 0.25, compost T1 con 0,24 y finalmente el compost T2 con 0.22. según los parámetros evaluados de la NTP 201.208.2021

y la FAO que establecen los rangos de 0.3% - 1% indicaría que solo el compost T3 estaría dentro del parámetro. comercialmente aceptable y los otros cerca al límite mínimo.

4.3.2. Análisis de metales pesados

Tabla 22

Resultados químicos de Metales pesados del compost maduro de los 4 tratamientos

Metales Pesados mg/Kg PS	Compost testigo (T)	Compost Tratamiento1 (T1)	Compost Tratamiento2 (T2)	Compost Tratamiento3 (T3)	Rangos INACAL - NTP 201.208.2021 mg/kg
Arsénico	1.37	1.15	1.2	1.37	15
Cadmio	0.29	0.95	0.96	0.32	2.5
Cobre	8	7	6	7	250
Cromo	7.64	9.73	10.64	7.67	200
Mercurio	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	2
Níquel	6.5	6.9	8.8	7	80
Plomo	13.11	14.82	16.4	12.54	150

T: Residuos sólidos orgánicos sin tratamiento

T1: Residuos sólidos orgánicos mas *Trichoderma sp*

T2: Residuos sólidos orgánicos más EM

T3: Residuos sólidos orgánicos más EM y *Trichoderma sp*

De acuerdo a los resultados obtenidos de la tabla N° 22 se observa que todos metales pesados que fueron analizados de los cuatro tratamientos, se encuentran dentro de los rangos establecidos por INACAL NTP 201.208.2021 indicando que los compost son aptos para el uso en los suelos agrícolas.

4.3.3 Análisis Bacteriológico

Tabla 23

Resultados bacteriológicos del compost maduro de los cuatro tratamientos

Tratamientos	Testigo	Tratamiento I	Tratamiento II	Tratamiento III	Valores - NTP 201.208.2021
	compost testigo	compost con <i>Trichoderma</i>	compost con EM	Compost con <i>Trichoderma</i> sp mas EM	
Coliformes fecales NMP/gr	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	NMP/1000ml
E. coli	(-)	(-)	(-)	(-)	0
Shiguella	(-)	(-)	(-)	(-)	0
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia en 25gr de compost en base seca

De acuerdo a la tabla N° 23 indica que el presente trabajo no registra presencia de coliformes fecales, E coli, Shiguella y Salmonella por lo que se mantiene dentro de los parámetros establecidos por INACAL NTP 201.208.2021 y la FAO (2013) indicando que los cuatro tratamientos no presentaron contaminación alguna.

DISCUSIONES

Taype 2019 determina en el estudio de caracterización para cuatro mercados (Huancaro, Molino II, Zarzuela, Virgen Asunta), una generación de 8240kg/mercado/día equivalente una producción de 8.24 ton/día, proyectando al año una generación de residuos sólidos de 3009.31 Tn/año. En la presente investigación se encuentra menor cantidad de residuos sólidos orgánicos para los 4 mercados (Virgen Asunta, Zarzuela, Arequipeño, Huancaro) con 665.29 kg/mercado /día, haciendo un total de 240.90 ton/mercado/año, debido a la sensibilización y un mejor acopio de los residuos sólidos.

Andrade, 2016 determina que el tratamiento más óptimo fue la utilización de ambos microorganismos alcanzando temperaturas promedio 38- 45 °C, lo que establecería que la relación de simbiosis generada entre ambos microorganismos ayudarían a disminuir los tiempos de producción del compost de 170 a 120 días y en este trabajo corrobora dicha información, obteniendo mejores resultados en el Tratamiento 3 (compost con microorganismos Eficaces y *Trichoderma sp*), demostrando que ambos microorganismos aceleran el proceso mediante el incremento de temperaturas entre 45 - 70 °C reduciendo el tiempo de 31 a 15 semanas en el proceso de compostaje.

Herrera & Gonzales, 2019 determinan que el compost-EM es el que presenta mejores características químicas de pH (8.75), materia orgánica (38.92%), nitrógeno (2.40%), P2O5 (0.94%), K2O (4.56%), Cao (4.81%), MgO (1.98%) determinando que es un compost adecuado. El trabajo realizado evalúa el proceso de dos aceleradores determinando que las uniones de ambos generan mejores resultados en los procesos de descomposición y maduración, mas no aportan en su calidad nutricional ya que sus valores químicos son muy similares al compost Testigo,

obteniendo valores de pH (7.4), materia orgánica (61.6. %), nitrógeno (2. %), P205 (0.49%), K₂O (3%), Cao (. %), MgO (1%), esto se debe a que los 4 tratamientos poseen la misma materia prima. Díaz & Díaz, 2022 determinan que la mayor eficiencia obtenida fue del tratamiento aplicado con bacterias ácido lácticas logrando reducir el tiempo de descomposición a 40 días y un mayor peso de reducción de 70 kg en comparación con los demás tratamientos esto indicaría que las bacterias ácido lácticas resulta más eficaces tanto en tiempo como en peso permitiendo que los residuos orgánicos se aprovechen en su totalidad. En este trabajo de investigación, el tratamiento T3 con microorganismos eficaces (EM) y *Trichoderma sp.* demostró ser el más efectivo. Ambos microorganismos completaron el proceso de compostaje en 15 semanas, logrando reducir su peso en 392.5 kg. Los microorganismos eficaces mostraron su mejor rendimiento en las fases mesófila y termófila, mientras que *Trichoderma sp.* fue eficaz en la fase mesófila y durante la maduración facilitando la desintegración y mejorando así la calidad del compost maduro.

Cabrera, 2012 determinó que las pilas composteras tratadas con el EM (microorganismos eficaces) alcanzaron un pH neutro de 7.2 en cuanto a la temperatura los microorganismos eficaces alcanzaron entre 50 a 75 ° C, lo que indico que existió actividad microbiana, por el incremento y descenso de la misma, logrando obtener una producción de compost en 60 días. En este trabajo de investigación se corroboró dicha información encontrando que los microorganismos eficaces pueden alcanzar temperaturas máximas de 71 °C, confirmando una alta actividad microbiana, esta eficiencia redujo el tiempo de compostaje de 30 a 15 semanas obteniendo un pH de 7.4

Bejarano & Delgadillo, (2007) En su trabajo con Microorganismos Eficientes (EM). Obtuvieron una relación C: N de 25:1, humedad de 40-60%, con un tamaño de partículas de los materiales de 3-6 cm, obteniendo en 6 semanas el proceso de compostaje, con temperaturas mayores a 40 °C estableciendo que los microorganismos eficientes (EM) aportan en la aceleración de la

descomposición de residuos orgánicos, debido al aumento de la temperatura lo que causaría una mayor degradación en las fases termofílica y mesofílica. Este trabajo de investigación determinó que los microorganismos eficaces no aportarían en tema de nutrientes, pero si ayudarían al incremento de temperaturas hasta 70°C y acelerarían el proceso de compostaje a 15 semanas.

Garrido & Villamarin, (2016) Demostró que el *Trichoderma sp* mediante su mecanismo de acción y enzimas, juega un papel crucial en la mineralización de la materia orgánica y en la disponibilidad de macronutrientes contribuyendo así a fortalecer el valor nutricional con un pH adecuado y esencial para su uso en aplicaciones agrícolas u otros fines relacionados con la mejora de la fertilidad del suelo. Este trabajo de investigación determinó que el trichoderma sp no aportaría ni como acelerador ni en valor nutricional al compost debido a que se encontraron valores muy similares a un compost tradicional, pero si aportaría en la obtención de un compost maduro más fino.

Gonzales, (2012) comprobó que el EM controlan muy bien los malos olores y disminuye la presencia de moscas, por lo que concluyó que utilizar EM en el proceso de compostaje acelera la descomposición, incrementa ligeramente algunos nutrientes, inhibe el desarrollo y crecimiento de microorganismos patógenos, Este trabajo de investigación corrobora dicha información del EM ayudaría a manejar el tema de malos olores por ende la no presencia de moscas, acelera el proceso de descomposición y elimina los microorganismos patógenos debido a las altas temperaturas alcanzadas 70°C.

CONCLUSIONES

- ✓ La cantidad de residuos sólidos orgánicos generados de los mercados del distrito de Santiago fue 18628.30 kg igual a 99.74%, tiene una generación de residuos sólidos orgánicos de 665.29 kg/ mercado/día, con una proyección por año de 240.90 ton/mer/año y una densidad promedio de 636.89kg/m³ por lo que se considera un potencial para la obtención del compost
- ✓ Los tratamientos T2 (compost + microorganismos eficaces) y T3 (compost + microorganismos eficaces + *Trichoderma sp*) realizan las 4 fases del proceso de compostaje en menor tiempo, la fase termófila alcanza una temperatura máxima promedio de 70°C indicando la presencia de actividad microbiana, llegando a la fase de maduración con un pH neutro, temperatura ambiente y una humedad óptima de 35% en 15 semanas.
- ✓ En la calidad de compost los 4 tratamientos en sus parámetros físico químicos, metales pesados se encuentran dentro de los rangos establecidos por la FAO e INACAL NTP 201-208-2021, y en cuanto a los análisis microbiológicos no presentan organismos patógenos.
- ✓ La aplicación de los microorganismos eficaces (EM) ayudan a obtener mejores resultados en los parámetros de temperatura, pH, descomposición de materia orgánica en menor tiempo. El *Trichoderma sp* interactúa mejor en el proceso de maduración reduciendo el tamaño de las partículas para obtener una mayor producción de compost maduro. Por lo tanto resulta más efectivo el tratamiento 3 (R.S.O + EM+ *Trichoderma sp*) en tiempo y descomposición con una producción de compost maduro de 392.5 kg, equivalente al 90% en 15 semanas seguido por el tratamiento 2 (R.S.O + EM) con una producción de 372.6kg igual al 84.16% en 15 semanas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda ampliar la investigación para la obtención de la dosis adecuada, para evitar el uso desmedido de estos aceleradores.
- ✓ Se recomienda realizar investigaciones con diferentes tipos de residuos sólidos orgánicos, así demostrar si estos aceleradores ayudan a la eliminación de ciertos patógenos microbiológicos.
- ✓ Se recomienda ampliar el trabajo de investigación utilizando residuos domiciliarios para así aprovechar los residuos de cocina, animales restos de vegetales que entran en el proceso de compostaje y obtener mejores resultados.
- ✓ Realizar el compostaje mediante la utilización de microorganismos eficaces obtenidos naturalmente.
- ✓ Se recomienda realizar más trabajos de compostaje con estos dos aceleradores en diferentes altitudes, para ver si existe diferencia en el comportamiento de los microorganismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, L. N. (2018). *Aplicación de tres tratamientos aceleradores para la elaboración de compost de residuos del Mercado Los Cedros, Distrito de Chorrillos*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Alejandro, D. C., & et al. (2014). Potencial de Algunos Microorganismos En El Compostaje de Residuos Solidos. *scielo*, 4.
- Alexander, J. S. (2015). “Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y *Trichoderma spp*, como agentes aceleradores de compostaje”. *Repositorio del Centro de Investigación, Transferencia Tecnológica y Emprendimiento (CITTE)*, 3.
- Apaza, R. M., & Huaman, O. (2020). *Estudio Hidrogeológico con fines de determinar el potencial hidricoEL en la cuenca de Cachimayo, DIST. Santiago, PROV. Cusco, REG. Cusco – 2019*”. CUSCO: Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco.
- Avila, M. d. (2015). “Proceso de producción y aplicación del producto Microorganismos eficaces en la calida de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos organicos, Sapallanga – Huancayo”. Huancayo: Universidad del centro del Peru.
- Bastidas Romero, J. A. (2009). Ventajas y desventajas en el uso y manejo del fertilizante orgánico gallinazo. Microcuenca La Coneja. *saber - ULA*, 60-61.
- Bazan, R. T. (2017). *Manual de procedimientos de los analisis de suelos y agua con fines de riego*. Lima: INIA.
- Bejarano, E. P., & Delgadillo, A. S. (2007). *Evaluacion de un tratamiento para la produccion de compost a partir de residuos organicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de bogota “La modelo” po medio de la utilizacion de microorganismos Eficientes (EM)*. Bogota D.C.: Universidad de la salle .
- BIOPLAG. (2007). *Ficha tecnica de Trichoderma spp*. CUSCO.
- Bueno, P., Díaz, M., & Cabrera, F. (2008). Factores que afectan al proceso de Compostaje. *Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla IRNAS*, 1.
- Cabrera, j. (2012). *Comparativo de tres biodegradantes en la elaboracion de compost en Santa Ana la Convencion*. Quillabamba: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

- Cano, M. (2008). Interacción de Microorganismos beneficios en plantas: Micorrizas, Trichoderma spp y pseudomonas spp. *U.D.C.A , act Scientific Electronic Library Online - SciELO*, 14.
- Cardenas, k. (2013). ley general de residuos solidos 27314. *Minan*, Art.14.
- Cardona, R. (2008). Effect of green manure and Trichoderma harzianum on sclerotia population and incidence of Macrophomina phaseolina on sesame. . *Scientific Electronic Library Online - SciELO, Rev. Fac. Agron.v.25, 3*.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., & Rodriguez, R. (2010). *Las edades de la Formación Ene y del Grupo Mitu: Propuesta de cambios en la cartografía regional: AbancayCusco-Sicuani (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 15 Cusco 2010. Resúmenes extendidos. LIMA: Sociedad Geológica del Perú.*
- Combox. (28 de setiembre de 2014). *Los nutrientes en el compost*. Obtenido de compostadores.com: <https://innovadordocente/los-nutrientes-en-el-compost>
- CONAM. (2006). Guia tecnica para la formulacion y minimizacion y reaprovechamiento de residuos solidos en l nivel Municipal. *consejo Nacional del Ambiente* , 11.
- Congreso Constituyente Democrático. (1993). *Constitución Política del Perú de 1993*. Lima.
- Consejo Nacional del Ambiental (CONAM). (2006). *Guia tecnica para la formulacion e implementacion de planes de minimizacion y reaprovechamiento de residuos solidos en el nivel municipal*. Lima- Peru: biblioteca nacional del Peru.
- D. S. N° 014-2017-MINAM. (2017). *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Obtenido de El Peruano: <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- D.L. N° 1278. (2016). *Decreto Legislativo N°1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima: Diario Oficial el Peruano.
- D.L. N° 1278. (23 de DICIEMBRE de 2016). *Decreto Legislativo N°1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. In Diario Oficial El Peruano (Vol. 6)*. Lima: Diario Oficial el Peruano.
- Decreto Supremo N° 016-2012-AG Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario. (2012). *In Normas legales N° 478535*. Diario Oficial el Peruano.
- Decreto Supremo No 023-2021-MINAM. (2021). *aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030 . (2021, July 25). Normas Legales, N° 1976351-1*. Lima: Diario Oficial El Peruano.

- Decreto Supremo No 044-2006-AG que aprueba el reglamento técnico para los productos orgánicos. (2006). *In Diario Oficial el Peruano* 323611, 1-12.
- Diaz, A., & Diaz, A. A. (2022). *Eficiencia de bacterias ácido lácticas y hongos trichoderma Spp, en el aprovechamiento de residuos orgánicos del mercado central distrito Olmos, Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Peruana Union Facultad de Ingeniera y Arquitectura.
- Docampo, R. (2013). Compostaje y Compost. *INIA*, 63-67.
- ENRO FUNDACES. (2000). *Microorganismos Eficaces*. Costa Rica: EPROTEC.
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor , Experiencias en América Latina. *Organización de las Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 47-60.
- Galindo, C. L. (2018). Compostaje enriquecido con fósforo como método de reaprovechamiento de los residuos orgánicos. *PRO SCIENCES: REVISTA DE PRODUCCIÓN, CIENCIAS E INVESTIGACIÓN*, 7-15.
- Garcia, F. J. (2018). *Calidad y tiempo de obtencion del compost aplicando Microorganismos Efcientes Universidad de Cesar Vallejo, Filial-Chiclayo*. Chiclayo: universidad de Cesar Vallejo.
- Garrido, M. T., & Villamarin, O. M. (2016). *Evaluacion de la calidad de compost a base de jacinto de agua (Eichornia cassipes) mediante la inoculacion de Trichoderma SP*. Quito: Universidad Politecnica Saleciana Quito.
- Gomes, C. (2001). *Produccion de Abonos Organicos de Buena Calidad*. Bogota: Corpoica.
- Gonzales, T. N. (2012). *Evaluacion de la eficiencia en la produccion de compost convencional con la aplicacion de la tecnologia EM (Microorganismos Eficaces) a partir de residuos organicos municipales , Carhuaz . Carhuaz: Universidad Nacional Antunez de Mayolo*.
- Guimaray, M. M. (2018). *Optimizacion de la tecnica de compostaje para mejorar la disminucion de las concentraciones de salmonella SPP, Eschericha coli y huevos de helmintos en compost - municipalidad distrital de Independencia - HUARAZ – 2016*". Ancash: Universidad nacional "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO".
- Herrera, S., & Gonzales, E. (2019). *Determinacion de la calidad de compost con aplicacion de microorganismos eficienten en planta de tratamiento de residuos solidos, la Pushura Provincia Jaen*. Cajamarca: Universidad de jaen.

- Hoyos, L., Vargas, C., & Velasco, R. (2010). *Evaluacion de compost obtenido en pila empleando mezclas de gallinaza de jaula con material celulosico*. Cauca- Colombia: Universidad Cauca Popayan.
- IMA. (2008). *Proyecto de Gestión Ambiental e Infraestructura en la Sub Cuenca Huatanay*. cusco: Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente.
- INACAL. (2019). Norma Tecnica Peruana 900.058. *Gestión de Residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos.*, 28(6).
- INACAL. (2021). Norma Tecnica Peruana 201.208. *Fertilizantes: Compost a Partir de residuos solidos organicos municipales. Requisitos*, 4-17.
- Junta de Andalucia. (2000). *Sistemas y Técnicas Para el Compostaje*. Junta de Andalucia, 1-16.
- Ley N° 27972 . (2003). *Ley Orgánica de Municipalidades*.
- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente. (15 de October de 2005). *Diario Oficial El Peruano*.
Obtenido de 15 de octubre de 2005: <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/detallenorma/H901891>
- Loayza, R. (2020). *Elaboracion de Compost a Partir de la Incorporacion de tres Aceleradores Biologicos en Residuos de Mercados, parques y jardines*. Arequipa: Universidad de San Agustin de Arequipa.
- Lozano, I. (24 de Junio de 2023). *RPubs by RStudio*. Obtenido de <https://rpubs.com/marlozanoca/1057556>
- Luna, I. A., & Reyez, A. (2005). Transformacion de Residuos agricolas en abonos de buena calidad. *CORPOICA*, 2.
- Martinez, B., & Reyes. (2013). Trichoderma spp. y su funcion en el control de plagas en los cultivos. . *Scientific Electronic library online Scielo*, 1-11.
- Martínez, E., Fuentes, J. P., & Acevedo, E. (2008). Carbono organico y propiedades del suelo. *SCIELO*, 69-96.
- Mena, M. (29 de marzo de 2022). *Generacion de residuos*. Obtenido de Un Mundo de Residuos: <https://es.statista.com/grafico/27140/desechos-solidos-municipales-generados-per-capita-al-año/>
- Mendoza, N. (2020). *Eficiencia de la biotecnología de microorganismos de montaña y eficaces en el tratamiento de residuos orgánicos municipales para la producción de compost y biol en*

- la provincia de Ambo - Huánuco – 2020*. Huanuco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.
- MINAM. (2010). Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, y el Reglamento de la Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los recicladores, aprobado mediante Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM. *EL PERUANO*, art 51.
- MINAM. (2014). Guia metodologia para el desarrollo del estudio de Caracterizacion de Residuos Solidos Municipales(EC-RSM). Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2019). *Guia para elaborar la caracterizacion de los residuos solidos*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2019). Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú. *Memoria Descriptiva.*, 1-119.
- MINAM. (2021). Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos. Lima: Resolucion Ministerial.
- MINAM. (2022). *Información reportada por los gobiernos locales mediante la plataforma SIGERSOL y Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos*. Lima: Ministerio del Ambiente del Perú.
- MINAN. (2016). *RESIDUOS Y ÁREAS VERDES*. Lima : Ministerio del Ambiente.
- MINAN. (2018). *Definiciones Conceptuales de los Ecosistemas del Perú*. Ministerio del Ambiente.
- MINAN. (2021). “*Activos Estrategicos para ser considerados como inversiones de optimizacion de marginal, de rehabilitacion y de reposicion (IOARR), en la tipologia de inversion publica: Gestion integral de residuos solidos municiplaes*”. Lima : PERU MINISTERIO DEL AMBIENTE.
- Municipalidad Distrital de Santiago. (2022). Plan de desarrollo local. 545R4.
- NEGRO , et.al., (2000). Produccion gestion del Compost. *CIEMAT*, 28--31.
- Nina, R. (2018). *EM Research Organization*. cusco: Plantwise.
- Piedad, O. (1993). Mineralizacion del Nitrogeno Organico en Suelos Tratados con Compost de Alpechin y Vinaza concentrada de Melaza de remolacha. Sevilla: Plan Nacional de Ciencias Agrarias (CICYT).
- Programa de Política y Gestión Ambiental de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2009). *Manual de residuos solidos* . Lima - Peru: Lerma Gómez, EIR.
- Ramires, M. (2006). Tecnologia de microorganismos efectivos aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Bucaramanga: Universidad industrial de santander.

- RESOLUCION MINISTERIAL No 191-2016-MINAM (. (27 de julio de 2016). Aprueban el “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos -. PLANRES 2016 - 2024.” (2021, July 27). Normas Legales, N°1409551-2.
- Ríos, E. L. (2014). Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de *Trichoderma* como control biológico. *Agroecosistemas*, 254-264.
- Robles, J. (2008). *Residuos Solidos*. Lima: Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI).
- Ruiz, A., & Michelle, S. (2016). *Elaboración de compost a partir de desechos orgánicos con el uso de bacterias acido-lácticas y trichoderma spp. En la ciudad de Ibarra*. Ibarra: Universidad de Las Américas (Ecuador).
- Sarchi, G. A. (2011). “Elaboración de compost utilizando cabello humano y aplicando dos fuentes de microorganismos: Microorganismos Eficientes (EMs) y *Trichoderma spp*, como agentes aceleradores de compostaje”. *Repositorio del Centro de Investigación, Transferencia Tecnológica y Emprendimiento (CITTE)*.
- Taipe, R. (2019). *Estudio de caracterización de Residuos solidos municipales del distrito de Santiago de Cusco* . Cusco: Municipalidad de Santiago .
- Teran, C. (2013). *Evaluación del proceso de tratamiento de Residuos Solidos Municipales tipo organico en el distrito de Ancahuasi - Provincia Anta*. Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco Facultad de Biología .
- Valderrama, J. (2018). *Evaluación Ambiental del Botadero de Haqira, Distrito de Santiago-Cusco, Mediante la metodología EVIAVE*”. Lima – Peru: Universidad Nacional Federico Villareal Facultad de ingeniería Geográfica Ambiental y Ecoturismo.
- Vilcahuaman, J. (2016). tiempo y calidad de compost con aplicación de tres dosis de microorganismos eficaces”- Concepción. Huancayo: Universidad Nacional del centro del Peru.

ANEXOS

ANEXO 1: PANEL FOTOGRAFICO

Figura 32

Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos



Figura 33

Modulo para la elaboración del compost



Figura 34

Acopio de residuos orgánicos en el mercado Virgen Asunta



Figura 35

Descarga de residuos en la planta de valorización de Mayrasco- Santiago



Figura 36

Pilas con el tratamiento 2



Figura 37

Armado de la pila con tratamiento



Figura 38

Fase termófila de las pilas



Figura 39

Espolvoreo cenizo después del volteo



Figura 40

Fase de enfriamiento



Figura 41

Pilas sin tratamiento en la fase mesófila II o de enfriamiento



Figura 42

Monitoreo en la fase mesófila II o de enfriamiento de la temperatura



Figura 43

Volteo de las pilas



Figura 44

Modulo con dos tratamientos y sus repeticiones



Figura 45

Pilas composteras en la Fase de Maduración antes del Zarandeo



Figura 46

Fase de maduración



Figura 47

Compost maduro después del zarandeo



ANEXO 2: PREPARACION DE LOS ACELERADORES:

Figura 48

Materiales para la preparación del Trichoderma sp



Figura 49

Preparación del Trichoderma sp



Figura 50

Monitoreo de los parámetros de temperatura, humedad y pH



Figura 51

Abrigo con pasto seco de las pilas



Figura 52

Monitoreo de la temperatura



Figura 53

Monitoreo de humedad en la fase termófila



Figura 54

Monitoreo de la temperatura en la fase mesófila I



ANEXO 3 ANALISIS DE DATOS

Tabla 24

Dimensiones del camión empleado para la recolección de residuos sólidos de los mercados del distrito de Santiago

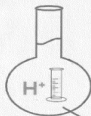
Dimensiones de la unidad vehicular	Medidas
Largo	3.12 m
Ancho	1.60 m
Altura	0.45 m
volumen de la tolva carro	22.464 m ³
peso bruto del volquete	2000

Tabla 25

Peso de los residuos sólidos recolectados por día de los cuatro mercados del Distrito de Santiago.

Día	peso de los residuos sólidos orgánicos + peso del volquete	Peso de los residuos sólidos orgánicos
1	5000	3000.27
2	4800	2800.10
3	5400	3400.20
4	4500	2499.17
5	4000	2000.00
6	4567	2567.12
7	4400	2400.00
TOTAL		18666,86

ANEXO 05: RESULTADOS DEL ANALISIS FISICO QUMICO DEL COMPOST



MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ 0403-22
ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE COMPOST

SOLICITA :

- VIRGINIA CHOQUETOCRO MAMANI.
- YESENIA MAMANI CENTENO.

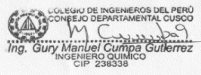
PROYECTO : "Eficiencia de microorganismos eficaces y *Trichoderma sp.* como aceleradores del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos procedentes de los mercados del distrito de Santiago – Cusco"

MUESTRAS : COMPOST.
M3.- Tratamiento N° 03
M4.- Tratamiento N° 04


DISTRITO : Santiago
PROVINCIA : Cusco
DEPARTAMENTO : Cusco
FECHA DE INFORME : 18/12/2022

RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₃	M ₄
Humedad	%	35	36
Muestra Seca:			
Nitrógeno Total	N	1.3	1.4
Materia Orgánica	%	68.0	61.6
Materia Inorgánica	%	32.0	38.4
Potasio Total	K	0.22	0.30
pH		7.5	7.4
Conductividad Eléctrica	dS/m	12.8	17.6
Fósforo Total	P	0.45	0.49
Calcio	Ca ⁺⁺	6.0	6.5
Magnesio	Mg ⁺⁺	1.1	1.5
Relación C/N		21.1	15.1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 INGENIERO QUIMICO
 CIP 238338



MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ 0303-23
ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE COMPOST

SOLICITA :

- VIRGINIA CHOQUETOCRO MAMANI.
- YESENIA MAMANI CENTENO.

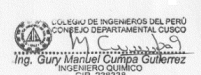
PROYECTO : "Eficiencia de microorganismos eficaces y *Trichoderma sp.* como aceleradores del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos procedentes de los mercados del distrito de Santiago – Cusco"

MUESTRAS : COMPOST.
M1.- Tratamiento N° 01
M2.- Tratamiento N° 02

DISTRITO : Santiago
PROVINCIA : Cusco
DEPARTAMENTO : Cusco
FECHA DE INFORME : 06/04/2023

RESULTADOS :


DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁	M ₂
Humedad	%	34	31
Muestra Seca:			
Nitrógeno Total	N	1.0	1.0
Materia Orgánica	%	65.6	66.4
Materia Inorgánica	%	34.4	33.6
Potasio Total	K	0.25	0.24
pH		7.1	7.3
Conductividad Eléctrica	dS/m	14.6	14.2
Fósforo Total	P	0.31	0.46
Calcio	Ca ⁺⁺	6.0	5.5
Magnesio	Mg ⁺⁺	1.5	1.1
Relación C/N		15.1	16.1



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
 INGENIERO QUIMICO
 CIP 238338

ANEXO 06: RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.
 Urb. Velasco Astete D-18-B
 Wanchaq - Cusco - Perú
 Telefax: 084-234727
 Celular: 975 713500 - 974787151
 laboratorio@louispasteur@yahoo.es
 www.lablouispasteur.pe



LABORATORIO LOUIS PASTEUR

INFORME DE ENSAYO
LLP-1182-2022
SO-0328-2022

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
 Solicitante: Yesenia Mamani Centeno – Virginia Choquetocro Mamani
 Dirección Legal: –

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
 Nombre del Producto: Compost orgánico más EM
 Fecha de Ingreso de Muestra: 2022/12/08
 Fecha de Ensayo: 2022/12/08
 Nro Cotización: 19-11-2022

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):
 Muestreo realizado por: Virginia Choquetocro Mamani
 Fecha de muestreo: 2022/12/08
 Procedencia de la Muestra: Planta de Valorización de Residuos Organicos de la Municipalidad de Santiago – Comunidad de Mayrasco.
 Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno de 2Kg.

REPORTE DE RESULTADOS
 Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2022/12/12



Los resultados se aplican a la muestra como se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8
Numeración de huevos y larvas de helmintos	Org/L	0
Detección de Salmonella en 25 g	Ausencia/ Presencia	Ausente

Métodos de Referencias:
 Coliformes Fecales (NMP)
 Numeración de huevos y larvas de Helmintos
 Detección de Salmonella


SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)
 Analysis of Wastewater for Use in Agriculture - A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques Cap. 2 (1996)
 ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su Significado y Métodos de enumeración. Pág. 172-178 2da Ed. Vol. 1, Parte II, Reimpresión 2000 (1983)

C. B. P. M17
 DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.
 Urb. Velasco Astete D-18-B
 Wanchaq - Cusco - Perú
 Telefax: 084-234727
 Celular: 975 713500 - 974787151
 laboratorio@louispasteur@yahoo.es
 www.lablouispasteur.pe



LABORATORIO LOUIS PASTEUR

INFORME DE ENSAYO
LLP-1183-2022
SO-0328-2022

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE
 Solicitante: Yesenia Mamani Centeno – Virginia Choquetocro Mamani
 Dirección Legal: –

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA
 Nombre del Producto: Compost orgánico más EM
 Fecha de Ingreso de Muestra: 2022/12/08
 Fecha de Ensayo: 2022/12/08
 Nro Cotización: 19-11-2022

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):
 Muestreo realizado por: Virginia Choquetocro Mamani
 Fecha de muestreo: 2022/12/08
 Procedencia de la Muestra: Planta de Valorización de Residuos Organicos de la Municipalidad de Santiago – Comunidad de Mayrasco.
 Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno de 2Kg.

REPORTE DE RESULTADOS
 Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2022/12/12



Los resultados se aplican a la muestra como se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8
Numeración de huevos y larvas de helmintos	Org/L	0
Detección de Salmonella en 25 g	Ausencia/ Presencia	Ausente

Métodos de Referencias:
 Coliformes Fecales (NMP)
 Numeración de huevos y larvas de Helmintos
 Detección de Salmonella

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)
 Analysis of Wastewater for Use in Agriculture - A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques Cap. 2 (1996)
 ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su Significado y Métodos de enumeración. Pág. 172-178 2da Ed. Vol. 1, Parte II, Reimpresión 2000 (1983)

C. B. P. M17
 DIRECTOR DE SISTEMA DE CALIDAD

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



**INFORME DE ENSAYO
LLP-1379-2023
SO-0382-2023**

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Yesenia Mamani Centeno – Virginia Choquetocro Mamani
Dirección Legal: –

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Compost orgánico - patrón
Fecha de Ingreso de Muestra: 2023/03/29
Fecha de Ensayo: 2023/03/29
Nro Cotización: 19-03-2023

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Virginia Choquetocro Mamani
Fecha de muestreo: 2023/03/29
Procedencia de la Muestra: Planta de Valorización de Residuos Orgánicos de la Municipalidad de Santiago – Comunidad de Mayrasco.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno de 2Kg.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2023/04/03

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

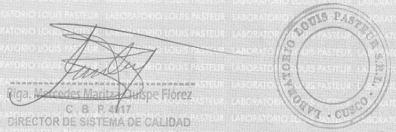
Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8
Numeración de huevos y larvas de helmintos	Org/L	0
Detección de Salmonella en 25 g	Ausencia/ Presencia	Ausente

Métodos de Referencias:

Coliformes Fecales (NMP)
Numeración de huevos y larvas de Helmintho
Detección de Salmonella

SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)
Analysis of Wastewater for Use in Agriculture - A Laboratory Manual of
Parasitological and Bacteriological Techniques Cap. 2 (1996)
ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su Significado y Métodos de
enumeración. Pág. 172-178 2da Ed. Vol. 1, Parte II, Reimpresión 2000 (1983)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Urb. Velasco Astete D-18-B
Wanchaq - Cusco - Perú
Telefax: 084-234727
Celular: 975 713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.pe



**INFORME DE ENSAYO
LLP-1380-2023
SO-0382-2023**

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Yesenia Mamani Centeno – Virginia Choquetocro Mamani
Dirección Legal: –

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Compost orgánico más Trichoderma spp
Fecha de Ingreso de Muestra: 2023/03/29
Fecha de Ensayo: 2023/03/29
Nro Cotización: 19-03-2023

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (Datos declarados por el cliente):

Muestreo realizado por: Virginia Choquetocro Mamani
Fecha de muestreo: 2023/03/29
Procedencia de la Muestra: Planta de Valorización de Residuos Orgánicos de la Municipalidad de Santiago – Comunidad de Mayrasco.
Cantidad y Descripción de la Muestra: 01 bolsa de polietileno de 2Kg.

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2023/04/03

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió de acuerdo a los datos declarados por el cliente.

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8
Numeración de huevos y larvas de helmintos	Org/L	0
Detección de Salmonella en 25 g	Ausencia/ Presencia	Ausente

Métodos de Referencias:

Coliformes Fecales (NMP)
Numeración de huevos y larvas de Helmintho
Detección de Salmonella


SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)
Analysis of Wastewater for Use in Agriculture - A Laboratory Manual of
Parasitological and Bacteriological Techniques Cap. 2 (1996)
ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su Significado y Métodos de
enumeración. Pág. 172-178 2da Ed. Vol. 1, Parte II, Reimpresión 2000 (1983)

LABORATORIO LOUIS PASTEUR




Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

ANEXO 07: RESULTADOS ANALISIS DE METALES PESADOS



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072



Nº de Referencia: S-22/020814	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (*): LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.LTDA
Análisis: PE01-00022102-210	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio (*): ALVARADO VELASCO ASTETE - WANCHAO
Tipo Muestra: SUELOS	Fecha Recpción: 12/12/2022	Contrato: OCA-PE230300003
Fecha Inicio: 16/12/2022	Fecha Fin: 19/12/2022	Cliente 3º(*): ---
Descripción(*): COMPOST ORGANICO MAS TRICHODERMA MAS EM		

Fecha/Hora Muestreo: 08/12/2022 08:00	Muestreado por: *Cliente (*)
Lugar de Muestreo: PLANTA DE VALORIZACION DE RESIDUOS ORGANICOS - COMUNIDAD DE MATIASCO- DISTRITO SANTIAGO- CUSCO	
Punto de Muestreo: COMPOST ORGANICO MAS TRICHODERMA MAS EM	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación

Nº de Referencia: S-22/020814	Tipo Muestra: SUELOS
Descripción(*): COMPOST ORGANICO MAS TRICHODERMA MAS EM	Fecha Fin: 19/12/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Metales Totales				
Arsénico Total	1,37	mg/kg PS	±0,387	
Cadmio Total	0,3158	mg/kg PS	±0,0190	
Cromo Total	7,676	mg/kg PS	±0,5373	
Mercurio Total	< 0,010	mg/kg PS	-	
Níquel Total	7,0	mg/kg PS	±0,56	
Plomo Total	12,54	mg/kg PS	±2,006	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Carmen Elizabeth Quipe Rojas
CP-238104

FECHA EMISIÓN: 12/04/2023

OBSERVACIONES (*):

AGQ PERU, S.A.C.



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072



Nº de Referencia: S-22/020814	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (*): LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.LTDA
Análisis: PE01-00022102-210	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio (*): ALVARADO VELASCO ASTETE - WANCHAO
Tipo Muestra: SUELOS	Fecha Recpción: 12/12/2022	Contrato: OCA-PE230300003
Fecha Inicio: 16/12/2022	Fecha Fin: 19/12/2022	Cliente 3º(*): ---
Descripción(*): COMPOST ORGANICO MAS EM		

Fecha/Hora Muestreo: 08/12/2022 08:00	Muestreado por: *Cliente (*)
Lugar de Muestreo: PLANTA DE VALORIZACION DE RESIDUOS ORGANICOS - COMUNIDAD DE MATIASCO- DISTRITO SANTIAGO- CUSCO	
Punto de Muestreo: COMPOST ORGANICO MAS EM	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación

Nº de Referencia: S-22/020814	Tipo Muestra: SUELOS
Descripción(*): COMPOST ORGANICO MAS EM	Fecha Fin: 19/12/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Metales Totales				
Arsénico Total	1,2	mg/kg PS	±0,520	
Cadmio Total	0,9654	mg/kg PS	±0,0579	
Cromo Total	10,64	mg/kg PS	±0,7446	
Mercurio Total	< 0,010	mg/kg PS	-	
Níquel Total	8,8	mg/kg PS	±0,70	
Plomo Total	16,40	mg/kg PS	±2,625	

Nota: A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Carmen Elizabeth Quipe Rojas
CP-238104

FECHA EMISIÓN: 12/04/2023

OBSERVACIONES (*):

AGQ PERU, S.A.C.

Registro N.º LE - 072

Nº de Referencia: S-23/020708	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (*): LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.L.TDA
Análisis: PE01-0002102-210	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio (*): MZA. D LOTE. B-18 URB. ALEJANDRO VELASCO ASTETE - WANCHAQ
Tipo Muestra: SUELOS	Fecha Recepción: 03/04/2023	Contrato: QCA-PE230300003
Fecha Inicio: 06/04/2023	Fecha Fin: 09/04/2023	Cliente 3º(*): ---
Descripción(*): COMPOST ORGANICO- PATRON		

Fecha/Hora Muestreo: 29/03/2023 08:00	Muestreado por: *Cliente (*)
Lugar de Muestreo: PLANTA DE VALORIZACION DE RESIDUOS ORGANICOS - COMUNIDAD DE MAYRASCO- DISTRITO SANTIAGO- CUSCO	
Punto de Muestreo: COMPOST ORGANICO- PATRON	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación

Registro N.º LE - 072

Nº de Referencia: S-23/020708	Tipo Muestra: SUELOS
Descripción(*): COMPOST ORGANICO- PATRON	Fecha Fin: 09/04/2023

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Metales Totales				
Arsénico Total	1,37	mg/kg PS	±0,377	
Cadmio Total	0,2932	mg/kg PS	±0,0176	
Cromo Total	7,641	mg/kg PS	±0,5349	
Mercurio Total	<0,010	mg/kg PS	-	
Níquel Total	6,5	mg/kg PS	±0,52	
Piombo Total	13,11	mg/kg PS	±2,097	

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

FECHA EMISIÓN: 12/04/2023

OBSERVACIONES (*):

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Pichay 150, C. Chusquea, Lima - Perú

T: (51) 11 210 23 00

1/4

Registro N.º LE - 072

Nº de Referencia: S-23/020709	Registrada en: AGQ Perú	Cliente (*): LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.L.TDA
Análisis: PE01-0002102-210	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio (*): MZA. D LOTE. B-18 URB. ALEJANDRO VELASCO ASTETE - WANCHAQ
Tipo Muestra: SUELOS	Fecha Recepción: 03/04/2023	Contrato: QCA-PE230300003
Fecha Inicio: 06/04/2023	Fecha Fin: 09/04/2023	Cliente 3º(*): ---
Descripción(*): COMPOST ORGANICO MAS TRICHODERMA SPP		

Fecha/Hora Muestreo: 29/03/2023 08:00	Muestreado por: *Cliente (*)
Lugar de Muestreo: PLANTA DE VALORIZACION DE RESIDUOS ORGANICOS - COMUNIDAD DE MAYRASCO- DISTRITO SANTIAGO- CUSCO	
Punto de Muestreo: COMPOST ORGANICO MAS TRICHODERMA SPP	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación

Registro N.º LE - 072

Nº de Referencia: S-23/020709	Tipo Muestra: SUELOS
Descripción(*): COMPOST ORGANICO MAS TRICHODERMA SPP	Fecha Fin: 09/04/2023

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Metales Totales				
Arsénico Total	1,15	mg/kg PS	±0,815	
Cadmio Total	0,0020	mg/kg PS	±0,0070	
Cromo Total	9,713	mg/kg PS	±0,6799	
Mercurio Total	<0,010	mg/kg PS	-	
Níquel Total	6,9	mg/kg PS	±0,55	
Piombo Total	14,82	mg/kg PS	±2,371	

Nota. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Carmen Elizabeth Quipe

Rol: R

CP: 238104

FECHA EMISIÓN: 12/04/2023

OBSERVACIONES (*):

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Pichay 150, C. Chusquea, Lima - Perú

T: (51) 11 210 23 00

1/4