



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Efecto de la temperatura sobre la calidad del compost de  
residuos sólidos orgánicos mejorado con microorganismos  
eficaces - Distrito de Huamancaca Chico

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

**Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**

Jurado Pareja, Estefania (ORCID: 0000-0002-8205-5683)

**ASESOR:**

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez (ORCID: 0000-0002-3419-7361)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de Residuos

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme dado la vida y a mi familia que siempre estuvo acompañándome en cada paso de mi carrera profesional, en especial a mi abuelito Jurado Egoavil, Simón que me cuida desde el cielo, ya que me inculco el estudio desde muy pequeña con sus consejos que me ayudo a superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Cesar Vallejo, por ser una institución que brinda el soporte a los estudiantes para culminar los estudios y seguir creciendo como profesionales.

A la familia Jurado por el cimiento personal que ha forjado en mi persona y el acompañamiento fiel.

A mi tutor Ordoñez Gálvez, Juan Julio, Docente de la UCV, quien nos guio eficazmente a lo largo de la elaboración de este proyecto.

## Índice de Contenidos

|   |      |
|---|------|
| Carátula  | i    |
| Dedicatoria   | ii   |
| Agradecimiento  | iii  |
| Índice de Contenidos                                    | iv   |
| Índice de tablas  | vi   |
| Índice de gráficos y figuras                            | viii |
| RESUMEN   | ix   |
| ABSTRACT  | x    |
| I. INTRODUCCIÓN   | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO                                       | 5    |
| III. METODOLOGÍA  | 24   |
| 3.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación           | 24   |
| 3.2. Variables y Operacionalización                     | 25   |
| 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis  | 25   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos    | 27   |
| 3.5. Procedimiento                                      | 27   |
| 3.6. Método de análisis de datos                        | 34   |
| 3.7. Aspectos éticos                                    | 34   |
| IV. RESULTADOS  | 36   |
| V. DISCUSIÓN  | 54   |
| VI. CONCLUSIONES  | 59   |
| VII. RECOMENDACIONES                                    | 60   |
| REFERENCIAS   | 61   |
| ANEXOS  | 66   |
| Anexo N° 1. Declaratoria de originalidad de las autoras | 66   |
| Anexo N° 2. Declaratoria de autenticidad del asesor     | 67   |
| Anexo N° 3. Matriz de operacionalización de variables   | 68   |
| Anexo N° 4. Instrumentos                                | 69   |

|  |     |
|--|-----|
| Anexo N° 5. Validación de instrumentos   | 74  |
| Anexo N° 6. Certificado de análisis      | 92  |
| Anexo N° 7. Tabla de distribución normal | 99  |
| Anexo N° 8. Resultados de Turnitin       | 100 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Funciones de microorganismos benéficos y perjudiciales                                     | 15 |
| Tabla 2. Variables de investigación   | 25 |
| Tabla 3. Fichas de recolección de datos   | 27 |
| Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de los RSO en la etapa mesofílica                            | 36 |
| Tabla 5. Calidad del compost al variar la temperatura   | 37 |
| Tabla 6. Valores promedio de pH de los tratamientos a diferentes temperaturas                       | 38 |
| Tabla 7. Análisis de varianza para el pH  | 40 |
| Tabla 8. Análisis de ANOVA para el pH   | 40 |
| Tabla 9. Comparaciones en parejas de Tukey para el pH   | 40 |
| Tabla 10. Valores promedio de conductividad eléctrica de los tratamientos a diferentes temperaturas | 41 |
| Tabla 11. Análisis de varianza para la conductividad eléctrica                                      | 42 |
| Tabla 12. Análisis de ANOVA para la conductividad eléctrica   | 42 |
| Tabla 13. Comparaciones en parejas de Tukey para la conductividad eléctrica                         | 43 |
| Tabla 14. Valores promedio de humedad de los tratamientos a diferentes temperaturas                 | 43 |
| Tabla 15. Análisis de varianza para la humedad  | 45 |
| Tabla 16. Análisis de ANOVA para la humedad   | 45 |
| Tabla 17. Comparaciones en parejas de Tukey para la humedad   | 45 |
| Tabla 18. Valores promedio de relación C/N de los tratamientos a diferentes temperaturas            | 46 |
| Tabla 19. Análisis de varianza para la relación C/N   | 47 |
| Tabla 20. Análisis de ANOVA para la relación C/N  | 48 |
| Tabla 21. Comparaciones en parejas de Tukey para la relación C/N                                    | 48 |
| Tabla 22. Evaluación de la calidad del compost  | 49 |
| Tabla 23. Comparación de los resultados de pH con la NCH 2880                                       | 49 |
| Tabla 24. Comparación de los resultados de conductividad eléctrica con la NCH 2880                  | 50 |
| Tabla 25. Comparación de los resultados de humedad con la NCH 2880                                  | 51 |

Tabla 26. Comparación de los resultados de la relación C/N con la NCH 2880

52

## Índice de gráficos y figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Proceso del compostaje   | 19 |
| Figura 2. Proceso de compostaje natural  | 21 |
| Figura 3. Proceso de aireación pasiva  | 22 |
| Figura 4. Recolección de RSO del mercado de Huamancaca chico                   | 28 |
| Figura 5. Selección de RSO recolectados  | 29 |
| Figura 6. Proceso de deshidratación y picado de los residuos                   | 29 |
| Figura 7. Aserrín recolectado  | 30 |
| Figura 8. Estiércol de ganado vacuno recolectado                               | 30 |
| Figura 9. Mezcla de RSO con aserrín y estiércol de ganado                      | 31 |
| Figura 10. Activación de ME  | 32 |
| Figura 11. Pesado de los residuos sólidos orgánicos                            | 32 |
| Figura 12. Dosis de ME agregados a los residuos sólidos orgánicos              | 33 |
| Figura 13. Distribución de muestras  | 33 |
| Figura 14. Muestras distribuidas en la incubadora con variación de temperatura | 34 |
| Figura 15. Gráfica de pH vs temperatura  | 39 |
| Figura 16. Prueba de normalidad para el pH                                     | 39 |
| Figura 17. Gráfica de conductividad eléctrica vs temperatura                   | 41 |
| Figura 18. Prueba de normalidad para la conductividad eléctrica                | 42 |
| Figura 19. Gráfica de humedad vs temperatura                                   | 44 |
| Figura 20. Prueba de normalidad para la humedad                                | 44 |
| Figura 21. Gráfica de relación C/ N vs temperatura                             | 46 |
| Figura 22. Prueba de normalidad para la relación C/N                           | 47 |
| Figura 23. Comparación del pH  | 50 |
| Figura 24. Comparación de la conductividad eléctrica                           | 51 |
| Figura 25. Comparación de la humedad   | 52 |
| Figura 26. Comparación de la relación C/N                                      | 53 |



## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el distrito de Humancaca Chico, ubicado en la provincia de Chupaca, departamento de Junín, con la finalidad de evaluar el efecto de la temperatura sobre la calidad de compost de RSO mejorado con microorganismos eficaces, para la investigación se recolectaron los RSO del mercado del distrito en estudio los cuales fueron sometidas a un proceso de mezcla por 5 días y luego a un tratamiento de incubación por un periodo de 7 días con una dosis de ME de 1,15 mL para cada tratamiento a las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C, se empleó el método experimental y un diseño de bloques con tres tratamientos y tres réplicas. Los resultados de calidad de compost fueron contrastados con la NCH 2880 mostrando los mejores resultados con la muestra evaluada a 60 °C obteniéndose los valores de 7,96 para pH, 2,19 dS/m para conductividad eléctrica, 45,87 % para humedad y 13,36 % para relación C/N, siendo este en base al compost de clase A, a diferencia de los valores de los parámetros a 43 °C de 7,02 de pH, 4,47 dS/m de conductividad eléctrica, 12,22 % de humedad y 23,07 % de relación C/N y a 54 °C de 7,19 de pH, 3,6 dS/m de conductividad eléctrica, 24,08 % de humedad y 13,36 % de relación C/N, que se adaptaron mejor al compost de clase B.

Palabras claves: compost, microorganismos eficaces (ME), residuos sólidos orgánicos, temperatura.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the district of Humancaaca Chico, located in the province of Chupaca, department of Junín, in order to evaluate the effect of temperature on the quality of RSO compost improved with effective microorganisms, for research RSOs were collected from the market of the district under study which were subjected to a mixing process for 5 days and then to an incubation treatment for a period of 7 days with a EM dose of 1,15 mL for each treatment at the temperatures of 43 °C, 54 °C and 60 °C, the experimental method and a block design with three treatments and three replications were used. The compost quality results were contrasted with the NCH 2880 showing the best results with the sample at 60 °C obtaining the values of 7,96 for pH, 2,19 dS/m for electrical conductivity, 45,87 % for humidity and 13,36 % for C/N ratio, this being based on class A compost, unlike the values of the parameters at 43 °C of 7,02 pH, 4,47 dS/m of electrical conductivity, 12,22 % humidity and 23,07 % C/N ratio and at 54 °C at 7,19 pH, 3,6 dS/m of electrical conductivity, 24,08 % humidity and 13,36 % C/N ratio, which were better adapted to class B compost.

Keywords: compost, effective microorganisms (EM), organic solid waste, temperature.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la problemática del adecuado manejo de los residuos sólidos proveniente de los hogares se ha convertido en uno de los temas ambientales que necesita mayor atención, de la misma manera en algunos estudios se sostiene que la problemática no sólo reside en la cantidad de residuos generados, sino también en la calidad de los residuos que diariamente se generan, es decir, elevadas composiciones orgánicas e incremento de materiales tóxicos, que conllevan al daño del ambiente y la salud de las personas (Vargas Clemente, 2017).

En el país, los gobiernos tanto regionales como locales, enfrentan el problema del manejo de los residuos sólidos proveniente de los hogares, debido a la falta de implantación de un adecuado sistema de manejo y procesamiento de mencionados residuos, lo que conlleva a una contaminación del ambiente dado que su disposición final es realizada en botaderos municipales sin algún tratamiento previo ni segregación (Vargas Clemente, 2017).

El método para descomponer residuos orgánicos y transformarlos en un abono agrícola, se aplica en el Perú desde épocas remotas; sin embargo, el termino compostaje se remonta a inicios de 1940, teniendo sus primeras experimentaciones en 1951 en donde se empezó a estudiar ciertos parámetros en el proceso de degradación. Desde entonces se ha visto la técnica del compostaje como una alternativa sustentable tanto para los municipios como para los agricultores, que hacen uso del compost producido a partir de diversas fuentes como residuos orgánicos, estiércol de animales, hojas secas, entre otros (Rafael Ávila, 2015).

A medida del avance de la tecnología y tiempo, se han variado parámetros durante el proceso de compostaje, como la temperatura la cual acelera el proceso de degradación de los residuos sólidos, así como también se han agregado al compostaje variedad de componentes que mejoran el proceso y la calidad de estos, uno de ellos son los Microorganismos Eficaces (ME), una técnica japonesa que acelera la degradación de los elementos a compostar favoreciendo la calidad del compost (según varíe la dosis de la solución de ME

aplicado) y la disminución de la contaminación al ambiente ya que el proceso se realiza en el menor tiempo, respecto a otros métodos aplicados (García Pérez, 2018).

En el país, según se presentan las cifras actualizadas al año 2019, la generación de residuos sólidos municipales ascendió a un valor de 7 906 913 ton, de la cantidad mencionada, un 57,64 % están conformados por residuos sólidos orgánicos, mientras que el 18,12 % están conformados por residuos inorgánicos que poseen capacidad de ser valorados como papel, chatarra, plástico, etc., finalmente, el 15,67 % son los conformados por residuos sólidos no valorizables (Ministerio del Ambiente, 2020c).

Según el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Huamancaca Chico aprobado mediante Resolución de Alcaldía N° 199-2019-MDH se generan diariamente 2,4 toneladas de residuos sólidos de competencia municipales, los cuales están caracterizados por su origen de generación y composición física, evidenciándose que el 66 % de los residuos son aprovechables, entre orgánicos con 23 % e inorgánicos 43 % que no se valorizan, y el 34 % restante son residuos no aprovechables. Este dato permite realizar la planificación de acciones que conlleven a valorizar estos residuos y evitar su disposición final en botaderos o rellenos sanitarios, que podrían generar afectaciones al ambiente y la salud de las personas

El proceso de valorización de los residuos sólidos orgánicos está enmarcado al Ministerio del Ambiente (2020b), D.L N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su modificatoria D.L N° 1501, estos pueden ser de origen domiciliario, comercial, mercados, poda de áreas verdes, instituciones, etc., que mediante diferentes métodos se logra la producción de abonos orgánicos, sin embargo según el estudio de caracterización del distrito solo son de origen domiciliario, comercial, mercados, instituciones públicas o privadas y resto de poda en menor proporción ya que solo se cuenta con un solo parque y el mantenimiento se realiza 4 veces al mes.

Ministerio del Ambiente a través de los Planes de Incentivos Municipales ha dispuesto el cumplimiento de la META 3: IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA

INTEGRADO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES a los gobiernos locales, garantizando su implementación.

La Sub Gerencia de Servicios Públicos de la Municipalidad Distrital de Huamancaca Chico, ha propuesto valorizar la cantidad establecida en la valla de la meta N° 3 – 14,59 toneladas para el año 2021, ya que en la actualidad se cuenta con una pequeña infraestructura requerida para su procesamiento, por otra parte, se tiene el servicio de selectiva recolección de residuos sólidos, fortalecido con la implementación progresiva del programa de segregación en la fuente.

Cabe mencionar que anteriormente no han cumplido meta, es decir no han elaborado compost y este año 2021 están iniciando con la implementación de la producción de compost es por ello que necesitan un soporte técnico para su producción e investigaciones para contribuir a su cumplimiento de meta. Mediante la producción de este abono orgánico se busca mejorar las áreas verdes de los parques y espacios públicos de la ciudad, a su vez contribuir en la mejora de los suelos degradados, con el fin de obtener productos de calidad para el consumo humano.

Para el desarrollo de la siguiente investigación, se planteó el siguiente **problema general**: ¿Cuál será el efecto de la temperatura sobre la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos mejorado con una dosis óptima de microorganismos eficaces? También se plantearon las siguientes **interrogantes específicas**: ¿Qué características fisicoquímicas presentará la mezcla de residuos sólidos orgánicos en la etapa mesofílica del proceso de compostaje?, ¿Cuál será la temperatura que mejorará la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos mejorado con microorganismos eficaces? y ¿Cuáles serán las características finales del compost mejorado con microorganismos eficaces?

Se tiene así, que la importancia de la presente investigación se concentra en el aporte social y ambiental que se brindará con el estudio, ya que pretende lograr que el proceso de compostaje sea de mejor calidad y se obtenga en el menor tiempo posible y ello se logrará gracias a la aplicación de los microorganismos eficaces conjuntamente con la evaluación de la temperatura en el proceso de transformación de residuos sólidos orgánicos en compost,

obteniéndose el resultado en un menor tiempo se optimizarán los costos, siendo así una técnica rentable para los gobiernos regionales y municipales para tratar sus residuos sólidos orgánicos, además que se reducirán los impactos negativos hacia el medio ambiente y salud humana.

Por otro lado se sabe que la economía de muchos países en los últimos años ha estado basada en el consumismo, el cual tiene como resultado la generación de grandes volúmenes de residuos, a los cuales las entidades regionales o municipales no les prestan debida atención y el manejo adecuado antes de su depósito final, siendo estos depósitos generalmente botaderos insalubres que contaminan el medio ambiente y representan un peligro para la salud humana (Rafael Ávila, 2015).

Es debido a lo mencionado que la técnica del compostaje no sólo representa una alternativa para tratar los residuos sólidos orgánicos, sino que también es un recurso re aprovechable, el cual puede servir como abono orgánico para suelos y en la presente investigación se estudia un parámetro, que es la temperatura del compost con la adición de microorganismos eficaces, los cuales reducirán el tiempo de compostaje y mejorarán la calidad del producto obtenido, reduciendo así los costos del proceso, la contaminación generada por los residuos orgánicos y el riesgo de focos infecciosos que dañan la salud de las personas.

Por todo lo mencionado antes, la elaboración del compost o abono agrícola usando Microorganismos Eficaces es una práctica importante para tratar los desechos sólidos orgánicos, que provienen no solamente de los hogares, sino también de los mercados, camales y avícolas, ya que el compost se obtendrá en un tiempo mínimo y el producto puede ser usado en mejora de los suelos, es por ello que en la presente investigación se estudia la temperatura del compost en el proceso de transformación de residuos sólidos orgánicos, obteniendo así un compost de mejor calidad y en el menor tiempo.

Se planteó por ello el **objetivo general** de la investigación el cual es evaluar el efecto de la temperatura sobre la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos mejorado con una dosis óptima de microorganismos eficaces. Así mismo, los **objetivos específicos** fueron: determinar las características

fisicoquímicas de la mezcla de residuos sólidos orgánicos en la etapa mesofílica del proceso de compostaje, evaluar la temperatura que mejorará la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos mejorado con microorganismos eficaces y determinar las características finales del compost mejorado con microorganismos eficaces.

La **hipótesis general** de la investigación fue: se logra una mejor calidad del compost obtenido a partir de residuos sólidos orgánicos con una mayor temperatura debido a que la interacción de esta con una dosis óptima de microorganismos eficaces acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica. Así mismo, las **hipótesis específicas** fueron: las características fisicoquímicas de la mezcla de residuos sólidos orgánicos identificadas en la etapa mesofílica son humedad, pH, temperatura, conductividad eléctrica y relación C/N, a mayor temperatura mejora la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos mejorado con microorganismos eficaces, reduciendo el tiempo de compostaje y las características finales del compost mejorado con microorganismos eficaces muestra valores óptimos en términos de calidad para su uso como abono natural.

## II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de tener un mejor entendimiento del tema y para realizar el proyecto de investigación presente, se tuvieron en cuenta antecedentes tanto del ámbito internacional, nacional y local, los cuales permitieron un cotejo con los resultados que se alcanzaron en el estudio presente.

De acuerdo a, W. Mwegoha (2012), investigó el uso de microorganismos efectivos (ME) para mejorar la producción de biogás mediante el compostaje de restos sólidos de piretro después de la extracción de piretrinas (orujo). El experimento a escala de laboratorio incluyó el compostaje de los desechos como sustrato mezclado con ME en diferentes proporciones que consiste en un control, sustrato con ME a 1:250, 1:500 y 1:1000 v/v. Los resultados mostraron la mayor producción de biogás con una relación ME 1:500 v/v, mientras que el biogás producido con una relación ME de 1:250 v/v tuvo el mayor rendimiento de metano, también se encontró que las relaciones de carbono a nitrógeno (C/N) para todas las mezclas caen dentro del rango óptimo (10:1 a 15:1) en

comparación con el control, que estaba fuera del rango. Este estudio fue capaz de establecer una relación de mezcla óptima del sustrato y ME preferiblemente de 1:250 v/v a una relación de dilución de 1:4 m/m ya que se observó que tuvo la composición de metano más alta del 69 % en comparación con los otros tratamientos. También se evaluaron los residuos de piretro compostados en todas las proporciones y se concluyó que también se pueden usar como biofertilizantes, ya que la DQO final del compost es en promedio de 134 g/L, la cual es adecuada para el acondicionamiento del suelo.

La evaluación del efecto de la aplicación de ME en el proceso de compostaje de la paja de arroz con estiércol de cabra y desechos verdes fue estudiado por Jusoh Che, Manaf Abd y Latiff Abdul (2013), los que evaluaron la calidad de ambos tratamientos de compost, las mezclas utilizadas para todas las pilas se organizaron con la siguiente proporción: 50 % de paja de arroz + 30 % de estiércol de cabra + 20 % de residuos verdes, en el que se mezclaron 10 kg de paja de arroz con 6 kg de estiércol de cabra y 4 kg de residuos verdes, para las pilas con inoculación con ME, se aplicó una solución de ME al 5 % para constituir el 20 % de la cantidad de agua a añadir a una mezcla dada, todos los tratamientos de compostaje alcanzaron una temperatura termofílica (> 40 °C), finalmente se tomaron muestras de compost de cada tratamiento desde los 0 días hasta los 90 días en intervalos de 15 días y se evaluaron cambios en las propiedades físicas y químicas durante todo el proceso de compostaje. La aplicación de ME en el compost aumentaron el contenido de macro y micronutrientes, concluyendo que el compost resultante final indicó que estaba en el rango del nivel madurado y puede usarse sin ninguna restricción.

La descripción de la naturaleza de los microorganismos efectivos (ME) y cómo los ME influyen en el crecimiento, rendimiento, calidad y protección de las plantas vegetales fueron estudiados por Olle y Williams (2013), quienes mencionan que los ME comprende una mezcla de cultivos vivos naturales de microorganismos de suelos que debieron ser fértiles que se utilizan para mejorar la producción de cultivos. Se describe cómo los ME actúan e interactúan en el ambiente de la planta del suelo para suprimir los patógenos y las enfermedades de las plantas, conservar la energía, solubilizar los minerales del suelo, ayudar al equilibrio y la ecología de los microbios del suelo y mejorar la eficiencia



fotosintética y la fijación biológica de nitrógeno. En el 70 % de los estudios publicados, se concluyó que los ME tenían una reacción positiva en el crecimiento de los vegetales, mientras que, en el otro 30 %, no tenían influencia significativa. En la investigación, entre 22 informes sobre los efectos de los ME en los rendimientos de los vegetales, 84 % fueron positivos, 4 % fueron negativos y 12 % no mostraron influencia significativa. Se concluye que los ME pueden hacer que mejore la calidad y rendimiento de los vegetales al reducir la incidencia de plagas y enfermedades, y al proteger contra las malas hierbas, contribuyendo así a una agricultura sostenible.

La aplicación de microorganismos efectivos (ME) en el compostaje de residuos de alimentos fue revisado por Aminah et al. (2016), hicieron hincapié en la aplicación de ME en el método de compostaje, las propiedades de los ME y la calidad del compost con ME en términos de contenido de nutrientes y concentración de metales pesados. Revisaron todos los artículos relacionados sobre ME desde 2000 hasta 2014. Todos los artículos se buscaron a través de Scopus y Google Scholar utilizando palabras clave específicas relacionadas con el tema. Como resultados obtuvieron que los ME tiene un gran potencial para aplicarse en el compostaje de residuos de alimentos, ya que puede acelerar el proceso de compostaje y reducir el olor durante la descomposición del material orgánico. Concluyeron que los ME tiene un gran potencial para ser utilizado en acelerar el proceso de compostaje y aumentar los nutrientes en el compost. Los ME controlan la temperatura y reducen los patógenos en el compost para producir una buena calidad de compost; sin embargo, se necesita una evaluación detallada para determinar el resultado de la aplicación de los ME en la calidad del compost y la seguridad para la salud humana.

Song y Liu (2016), proporcionaron un método efectivo para acelerar la estabilización de los vertederos cerrados y biodegradar los compuestos sólidos mediante el uso de microorganismos efectivos (ME). Los residuos sólidos del vertedero se dividieron en 8 muestras, cada una de las cuales pesaba 2 toneladas y las dosis de ME que se agregaron a cada muestra fueron de 0 kg, 1 kg, 2 kg, 5 kg, 10 kg, 15 kg, 20 kg y 30 kg, respectivamente, la relación de ME a desechos sólidos fue de 0 % - 15 %, dentro de 4 semanas, la temperatura del compost con ME se controló entre 20 °C y 60 °C, y la humedad estuvo en el

rango de 60 % - 70 %. El compost con los ME se mezcló cada 6 h. Los resultados mostraron que el compost del vertedero se estabilizó en 12 días, además las concentraciones de los productos químicos cancerígenos y no cancerígenos después de la biodegradación con ME disminuyeron significativamente.

El buen manejo de los desechos, el cual sería un medio eficaz de restauración de la materia orgánica a través de la restitución de carbono a los suelos agotados a través de enmiendas orgánicas fue estudiado por Azim et al. (2018), mencionan que el compostaje es un tipo de procesamiento de residuos que ha ganado una creciente aceptación a lo largo de los años. Como regla general, el proceso consiste en la descomposición biológica natural de los componentes de desechos orgánicos e involucra diversas especies de microorganismos. Esos residuos orgánicos podrían reconstituir los suelos y ser una importante reserva de fertilización. Los compost preparados a partir de diferentes desechos orgánicos difieren en su calidad y estabilidad, lo que depende además de la composición de la materia prima usada en la producción de compost. La calidad del compost se relaciona estrechamente con su madurez y también estabilidad. La gran variedad de variaciones químicas y biológicas que ocurren durante el compostaje, y la variedad de métodos sugeridos en la literatura, ha hecho que sea difícil acordar métodos para la evaluación práctica de la madurez. Se discute también en la revisión de la literatura de los principales parámetros de inicio, monitoreo y madurez con respecto a las diferentes materias primas utilizadas y los diferentes métodos de compostaje practicados.

Según el estudio realizado por Zakarya, Khalib y Mohd Ramzi (2018), evaluaron el desempeño del compostaje de cenizas de paja de arroz (CPA) con desperdicio de alimentos (DA) y microorganismos efectivos (ME) en términos de la calidad del compost (pH, temperatura, contenido de humedad). Las CPA se prepararon quemando la paja de arroz crudo a tres temperaturas diferentes de 300 °C, 400 °C y 500 °C durante una hora. Los ME utilizados durante el proceso de compostaje se prepararon mezclando azúcar moreno y agua que usaron después de una semana de proceso de fermentación. Realizaron cuatro tratamientos de compost CPA; CPA (300 °C), CPA (400 °C), CPA (500 °C) y control (paja de arroz crudo) con la misma cantidad de medio de compost; 1 kg de tierra negra, 0,5 kg CPA, 3 L ME y 1 kg DA. El proceso de compostaje ocurrió

durante 30 días. Durante el proceso de compostaje, todos los parámetros del compost CPA obtenidos estuvieron en un rango de pH 8 - 10, temperatura 20 °C - 50 °C y contenido de humedad 40 % - 60 %. El resultado mostró que toda la calidad del compost del compost de ceniza de paja de arroz se obtuvo en un rango aceptable para que el compost final.

Para evaluar el efecto de Microorganismos Efectivos™ (ME) para el co-compostaje a escala doméstica de desperdicios de alimentos, hojas secas y salvado de arroz, Fan et al. (2018), realizaron compostaje a escala casera con y sin ME (control) para identificar los roles de los ME. La composición del desperdicio alimentario simulado utilizado en el estudio consistió en 1,2 kg de arroz, 250 g de carne y pescado, 450 g de verduras y frutas, 70 mL de aceite, 15 mL de sal, 15 mL de salsa y 40 mL de agua destilada para cada recipiente de plástico perforado, los ME se activaron de acuerdo con el manual del usuario, una parte de la solución madre de ME se mezcló con una parte de melaza y veinte partes de agua durante 5 a 7 días a temperatura ambiente hasta que el pH estuvo por debajo de 3,5. El compost con ME alcanzó una temperatura ligeramente más alta en la etapa inicial a entre los 5 y 10 días, llegando a una máxima temperatura de 44 °C, con el mal olor suprimido, un proceso mejorado de humificación y la reducción máxima de grasa (73 %). Las propiedades del compost obtenido incluyeron, pH (~7), conductividad eléctrica (~2), relación carbono-nitrógeno (C:N < 14), color (marrón oscuro), olor (olor a tierra), índice de germinación (> 100 %), contenido de ácido húmico (4,5 % – 4,8 %) y contenido de patógenos (sin Salmonella, < 1000 Número más probable/g de *E. coli*). Todas las muestras estaban bien maduras en 2 meses. El compost con mayor contenido de ME tiene un mayor contenido de nitrógeno (+ 1,5 %). Los resultados generales sugirieron el resultado proporcionado positivo por los ME notablemente en el control de humificación y olores.

De acuerdo a, Nanyuli, Omuterema y Muyekho (2018), examinaron los efectos de ME y Biochar sobre la tasa de descomposición de materiales orgánicos disponibles localmente bajo la técnica de compostaje de Berkeley; y para evaluar el contenido de nutrientes del abono producido a partir de los diferentes tratamientos aplicaron cuatro tratamientos; (1) Berkeley normal (Control) (2) ME + Berkeley (3) Biochar + Berkeley y (4) ME + Biochar + Berkeley

se estimaron en un diseño de bloques completamente al azar replicado 3 veces. La combinación de Biochar y ME (T4) aceleró la velocidad de descomposición de materia orgánica al alcanzar la temperatura más alta de 60 °C en el 4to día, seguido por el montón de compost con biochar solo (T3) y las pilas de compost con ME (T2) que alcanzó la temperatura más alta de 58 °C en el sexto día en comparación con las pilas de compost sin biochar o ME a una temperatura de 55 °C en el octavo día. Los resultados sugirieron que el Biochar y EM aceleran el proceso de compostaje. El pH, el N, K no se vieron significativamente afectados por los tratamientos de compostaje, el fósforo y el carbono total también fueron más altos en el compost ME (1,8 % y 5,4 %) en comparación con el compost sin ME (1,2 % y 5 %).

La aplicación de microorganismos eficaces para mejorar calidad del compost y reducir el tiempo del proceso de compostaje fue evaluado por García Pérez (2018), para ello realizó la experimentación en 15 pilas de compostaje a temperatura ambiente, tuvieron dos métodos, en el primero usaron como residuos para el compostaje césped más estiércol de vacuno y le agregaron melaza con agua, en el segundo, a los residuos de estiércol y césped se añadió diferentes dosis de microorganismos eficaces (ME) de 250 mL, 500 mL y 1000 mL, se realizaron 4 tratamientos que incluyó el blanco y se realizaron 4 réplicas, se tuvo como mejor resultado el compost evaluado con ME, siendo los parámetros obtenidos de humedad en 49,13 %, relación C/N en 12,84 %, pH de 8, materia orgánica en 39,80 %, nitrógeno en 1,48 %, fósforo en 1,18 % y potasio en 1,10 %, a partir de los resultados obtenidos concluyó que con la aplicación de los ME obtiene un compost de mejor calidad, respecto a los obtenidos con métodos tradicionales.

Algunos alcances teóricos son descritos a continuación, estos sirvieron de sustento para desarrollar la investigación.

Los Microorganismos Eficaces según Javaid (2010), consisten en cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos que se producen naturalmente, como bacterias fotosintéticas (por ejemplo, *Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*), lactobacilos (por ejemplo, *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* y *Streptococcus lactis*), levaduras (por ejemplo., *Saccharomyces spp.*),

y Actinomycetes (*Streptomyces spp*). Los ME no están clasificados como pesticidas y no contienen productos químicos que puedan interpretarse como tales. Los ME son inoculantes microbianos que funcionan como agentes de control biológico para suprimir y/o controlar las plagas mediante la introducción de microorganismos beneficiosos en el ambiente del suelo de la planta.

Los usos de los ME en la agricultura fueron estudiados por Egodawatta, Sangakkara y Stamp (2012), quienes mencionan que los ME se aplicaron por primera vez para elevar el ámbito productivo de sistemas agrícolas orgánicos o naturales. Los ME se aplicaron directamente en la materia orgánica la cual es agregada a los campos o en los compost, lo que redujo el tiempo que se usa en tener preparado el biofertilizante. Los beneficios de ME se han atribuido a diversos factores, entre ellos se debe a una liberación mayor de nutrientes de la materia orgánica al compostarse con los ME, y/o fotosíntesis enriquecida y actividad sintética proteica. Las investigaciones también han identificado una resistencia más elevada del suelo y las plantas al estrés hídrico, mayores tasas de mineralización de carbono, mejores propiedades de los suelos y una máxima penetración de las raíces de las plantas después de la aplicación de ME.

De acuerdo a, Ncube, Afolayan y Okoh (2008), los ME son efectivos durante la producción de cultivos y son ambientalmente seguros, con diferentes marcas comerciales o formulaciones de ME que utilizan aislamientos microbianos locales que se producen en aproximadamente 40 países, en todo el mundo. Los ME se utilizan en diferentes áreas, desde cultivos agrícolas y hortícolas, gestión ambiental, producción animal y acuicultura. Se han aplicado diferentes formulaciones de ME en estas áreas de diferentes maneras.

La inoculación de ME en el suelo se puede aplicar diferentes preparaciones de ME como un empapado del suelo o se pueden extender directamente sobre las plantas durante la producción del cultivo, como lo menciona Ncube, Afolayan y Okoh (2008), cuando se inocula en el suelo, se usa una dilución 1:500 de ME multiplicada en agua o ME en BFC (basura fermentada de la cocina). Cuando se usa ME en DPF (desechos de pescado fermentado) o ME en EPF (estiércol de pollo fermentado), se recomienda una dilución 1:300. Hasta 2,5 toneladas métricas (TM) ha – 1 de Bokashi generalmente se aplica a los suelos. Las dosis

> 2,5 MT ha – 1 son perjudiciales para las plantas debido a los altos niveles de ácidos orgánicos que pueden dañar sus raíces. Bokashi se aplica generalmente al suelo 10 días - 14 días antes de plantar y se coloca a 10 cm - 15 cm de las raíces.

Según Fronti (1994), los desechos sólidos se refieren a todos los desechos no líquidos. En general, esto no incluye las excretas, aunque a veces los pañales y las heces de los niños pequeños pueden mezclarse con desechos sólidos. Los desechos sólidos pueden crear problemas de salud significativos y un ambiente de vida muy desagradable si no se eliminan de manera segura y adecuada. Si no se eliminan correctamente, los desechos pueden proporcionar sitios de reproducción para insectos vectores, plagas, serpientes y alimañas (ratas) que aumentan la probabilidad de transmisión de enfermedades. También puede contaminar las fuentes de agua.

La principales fuentes de desechos sólidos fueron estudiados por Wisner, B. y Adams (1991), donde mencionan como estas principales fuentes a los centros hospitalarios, centros de alimentación y comida, puntos donde se distribuyen alimentos, áreas de sacrificio, almacenes, locales de agencia, mercados y áreas domésticas.

El compostaje según Nanyuli, Omuterema y Muyekho (2018), es la degradación biológica de la materia orgánica en condiciones aeróbicas a un material similar al humus relativamente estable llamado compost.

El compostaje de residuos sólidos orgánicos según El-Hagggar (2007), es el método recomendado para reciclar desechos de alimentos. El compostaje es un proceso que involucra la descomposición biológica de materia orgánica, en condiciones que deberán ser controladas, en acondicionador de suelo. La fermentación aeróbica es la descomposición de material orgánico en presencia de aire. Durante el proceso de compostaje, los microorganismos consumen oxígeno, mientras que el CO<sub>2</sub>, el agua y el calor se liberan como resultado de la actividad microbiana.

La actual situación de los residuos sólidos en el Perú de acuerdo al Ministerio del Ambiente (2020), mencionan que en el país actualmente se producen aproximadamente 20000 ton de residuos sólidos al día, de este porcentaje, un

49 % es dispuesto en rellenos sanitarios (contando con 52 rellenos sanitario en el país), un 50 % es dispuesto de forma inadecuada en botaderos (contando con 1585 botaderos en el país) y sólo el 1 % es sometido a valorización.

De acuerdo al Sistema Integrado de Gestión de Manejo de Residuos Sólidos Municipales del Ministerio del Ambiente (2021a), las actividades que se estudiarán para el desarrollo de la presente investigación tendrán como guía teórica la actividad 2 (valorización de RSOM).

De acuerdo al Ministerio del Ambiente (2018), respecto a la valorización de RSO a nivel nacional, hasta el 2018 se estimó la composición de los RSO en un porcentaje del 57,5 %, siendo mayor respecto a los otros residuos como los inorgánicos (18,1 %), peligrosos (8,6 %) y no aprovechables (15,8 %) y la importancia de la valorización de los RSO reside en su representación de más del 50 % del total de residuos sólidos, además de la contribución en la reducción de los GEI (gases de efecto invernadero), además de estar sujeto a fiscalización ambiental por la entidad respectiva.

La cuantificación de la recolección de los Residuos Sólidos Municipales según el Ministerio del Ambiente (2020a) mencionan que la importancia de la actividad 3 reside en la optimización y actualización de las rutas de recolección de los RSM, reducción en los costos de operación, la necesidad de contar con la información, la planificación operativa del servicio y el dimensionamiento del servicio.

#### Historia de microorganismos eficaces (ME)

La tecnología ME se desarrolló por primera vez en la década de 1970 (Higa, 1991). Inicialmente, se aislaron microbios de varios ecosistemas y luego se remezclaron. Sin embargo, debido a la repetida falta de éxito, se eliminaron algunos microbios y se probaron mezclas más simples en las plantas. Finalmente, a fines de la década de 1970 se desarrolló una mezcla que contenía principalmente bacterias del ácido láctico, bacterias fotosintéticas y levaduras mantenidas a pH 3,5. El concepto se informó por primera vez en 1986 en una conferencia de IFOAM (Higa, 1991).

Los ME consisten en cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos que se producen naturalmente, como bacterias fotosintéticas (por ejemplo, *Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter sphaeroides*), lactobacilos (por ejemplo, *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* y *Streptococcus lactis*), levaduras (por ejemplo., *Saccharomyces spp.*), y Actinomycetes (*Streptomyces spp*) (Javaid, 2010). A diferencia de las plantas, usan energía infrarroja de (700 nm – 1 200 nm) para producir materia orgánica, aumentando así la eficiencia del crecimiento de las plantas (Cóndor-Golec, Pérez, y Lokare, 2007).

Se han descrito las siguientes influencias beneficiosas de ME según Anon, (1995): ME aumenta la germinación, floración, fructificación y maduración de las plantas, ME aumenta los ambientes biológicos y fisicoquímicos del suelo y suprime patógenos y las plagas transmitidas por el suelo, ME aumenta la facultad fotosintética de las plantas cultivadas, ME asegura una mejor germinación y establecimiento de la planta y ME aumenta la eficacia como un fertilizante de la materia orgánica.

Debido a los efectos beneficiosos de la ME, se pueden mejorar el rendimiento y calidad de cultivos. Los ME no están clasificados como pesticidas y no contienen productos químicos que puedan interpretarse como tales. Los ME son inoculantes microbianos que funcionan como agentes de control biológico para suprimir y/o controlar las plagas mediante la introducción de microorganismos beneficiosos en el ambiente del suelo de la planta. Las plagas y los patógenos son suprimidos o controlados por las actividades competitivas y/o antagonistas de esos microorganismos presentes en el inoculante ME (Anon, 1995).

#### El concepto de ME

Los mecanismos por los cuales se afirma que los ME actúan e interactúan en el ambiente suelo-planta se muestran en la **Tabla 1**. Los microorganismos del suelo pueden clasificarse ampliamente en microorganismos en descomposición o biosintéticos. Los microorganismos en descomposición se subdividen en taxones que realizan descomposición oxidativa y fermentativa. El grupo fermentativo se divide además en aquellos que causan fermentación útil (simplemente llamada fermentación) o fermentación dañina (putrefacción). Los microorganismos biosintéticos se pueden subdividir en taxones que tienen la



capacidad fisiológica de fijar el nitrógeno de la atmósfera en dióxido de carbono y/o aminoácidos en moléculas simples orgánicas mediante la fotosíntesis (Higa y Parr, 1994).

**Tabla 1. Funciones de microorganismos benéficos y perjudiciales**

| Efectos beneficiosos  | Efectos nocivos   |
|---|---|
| Descomposición de desechos y residuos orgánicos.                        | Inducción de enfermedades de las plantas.               |
| Reciclaje y mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas.        | Estimulación de patógenos transmitidos por el suelo.    |
| Producción de antibióticos y otros compuestos bioactivos.               | Inmovilización de nutrientes vegetales.                 |
| Complejando metales pesados para limitar la absorción de la planta      | Inhibición de la germinación de semillas.               |
| Producción de polisacáridos para mejorar la agregación del suelo.       | Inhibición del crecimiento y desarrollo de las plantas. |
| Fijación de nitrógeno atmosférico.                                      | Producción de sustancias fitotóxicas.                   |
| Supresión de patógenos transmitidos por el suelo.                       |   |
| Degradación de compuestos tóxicos, incluidos los pesticidas.            |   |
| Producción de moléculas orgánicas simples para la absorción de plantas. |   |
| Solubilización de fuentes insolubles de nutrientes minerales.           |   |

Fuente: (Higa y Parr, 1994)

#### Los ME en la producción de cultivos

Los usos originales de ME fueron en la agricultura (Egodawatta, Sangakkara, y Stamp, 2012). Los ME se aplicaron por primera vez para elevar toda la producción de los sistemas agrícolas orgánicos o naturales. Los ME se aplicaron directamente en la materia orgánica la cual es agregada a los campos o en los compost, lo que redujo el tiempo que se usa en tener preparado el biofertilizante. Los beneficios de ME se han atribuido a diversos factores, entre ellos se debe a una liberación mayor de nutrientes de la materia orgánica al compostarse con los ME, y/o fotosíntesis enriquecida y actividad sintética proteica (Egodawatta et al., 2012).

#### Aplicación de ME

Los ME son efectivos durante la producción de cultivos y son ambientalmente seguros, con diferentes marcas comerciales o formulaciones de ME que utilizan

aislamientos microbianos locales que se producen en aproximadamente 40 países, en todo el mundo. Los ME se utilizan en diferentes áreas, desde cultivos agrícolas y hortícolas, gestión ambiental, producción animal y acuicultura. Se han aplicado diferentes formulaciones de ME en estas áreas de diferentes maneras, como se discute en las siguientes subsecciones (Ncube, Afolayan, y Okoh 2008).

- Inoculación de ME en el suelo

Se pueden aplicar diferentes preparaciones de ME como un empapado del suelo o se pueden extender directamente sobre las plantas durante la producción del cultivo. Cuando se inocula en el suelo, se usa una dilución 1:500 de ME multiplicada en agua o ME en BFC (basura fermentada de la cocina). Cuando se usa ME en DPF (desechos de pescado fermentado) o ME en EPF (estiércol de pollo fermentado), se recomienda una dilución 1:300. Hasta 2,5 toneladas métricas (TM) ha – 1 de Bokashi generalmente se aplica a los suelos. Las dosis > 2,5 MT ha – 1 son perjudiciales para las plantas debido a los altos niveles de ácidos orgánicos que pueden dañar sus raíces. Bokashi se aplica generalmente al suelo 10 días - 14 días antes de plantar y se coloca a 10 cm - 15 cm de las raíces (Ncube, Afolayan, y Okoh 2008).

- Pulverizar ME en las hojas

La pulverización de ME en las hojas de las plantas puede servir como un tratamiento profiláctico para el control de enfermedades e insectos. La pulverización a menudo comienza temprano en la temporada de crecimiento y continúa hasta la cosecha. Se recomiendan diluciones de 1:1000 de ME multiplicadas en agua, o ME-5, o una mezcla de diferentes formulaciones de ME, aunque también se pueden usar diluciones 1:500 o 1:2,000 (Ncube, Afolayan, y Okoh 2008).

- Remojo de semillas en ME

Antes de plantar, las semillas se pueden remojar en una suspensión de 0,1 % (p/v) de ME en agua. Las semillas pequeñas se remojan durante aproximadamente 30 minutos, y semillas más grandes durante 4 h - 6 h. Después

de remojar, las semillas se secan a la sombra para reducir la posibilidad de que se peguen y luego se siembran en el campo (Ncube, Afolayan, y Okoh 2008).

- Riego ME (fertirrigación)

ME o varias formulaciones ME multiplicadas en agua se aplican frecuentemente al suelo a través del agua de riego. Se utilizan diluciones de ME multiplicadas en agua de 1:1 000 a 1:5 000 o ME en extracto de plantas fermentadas (FPE) (Ncube, Afolayan, y Okoh 2008).

- Control de insectos

ME también se puede utilizar como agente de biocontrol para suprimir y controlar las plagas de insectos a través de la introducción de microorganismos beneficiosos en el entorno de plantación. Los olores emitidos por ME pueden repeler insectos dañinos y/o servir como un aerosol profiláctico. Los ME se han utilizado como repelentes de insectos, y no son tóxicos para las mariquitas, arañas, libélulas o ranas. Los ME atraen a las moscas de la fruta y afecta principalmente a las hembras que luego se vuelven estériles. Las plagas y los patógenos se suprimen o controlan mediante procesos naturales al aumentar las actividades competitivas y antagónicas de los microorganismos presentes en los inoculantes ME (Ncube, Afolayan, y Okoh 2008).

### Residuos sólidos orgánicos

Los desechos sólidos se refieren a todos los desechos no líquidos. En general, esto no incluye las excretas, aunque a veces los pañales y las heces de los niños pequeños pueden mezclarse con desechos sólidos. Los desechos sólidos pueden crear problemas de salud significativos y un ambiente de vida muy desagradable si no se eliminan de manera segura y adecuada. Si no se eliminan correctamente, los desechos pueden proporcionar sitios de reproducción para insectos vectores, plagas, serpientes y alimañas (ratas) que aumentan la probabilidad de transmisión de enfermedades. También puede contaminar el medio ambiente y las fuentes de agua (Fronti, 1994).

### Transmisión de enfermedades por residuos sólidos

La descomposición de los residuos orgánicos atrae animales, alimañas y moscas. Las moscas juegan un papel relevante en la transmisión de

enfermedades fecales-orales, particularmente donde los desechos domésticos contienen heces (a menudo las de los niños). Los roedores pueden aumentar la transmisión de enfermedades como la leptospirosis y la salmonella, y atraer a las serpientes a los montones de desechos (Fronti, 1994).

#### Contaminación causada por los residuos sólidos

La mala gestión de la recogida y eliminación de residuos sólidos puede provocar contaminación por lixiviación de aguas superficiales o subterráneas. Esto puede causar problemas importantes si los desechos contienen sustancias tóxicas, o si se usan fuentes de agua cercanas para el suministro de agua. Cuando grandes cantidades de desechos secos se almacenan en climas cálidos, esto puede crear un peligro de incendio. Los riesgos relacionados incluyen la contaminación por humo y la amenaza de incendio en edificios y personas (Fronti, 1994).

#### Efecto de los residuos sólidos sobre la salud moral de las personas

El efecto de vivir en un ambiente poco higiénico y desordenado puede hacer que las personas se desmoralicen y se sientan menos motivadas para mejorar las condiciones a su alrededor. Los desechos atraen más desechos y conducen a un comportamiento menos higiénico en general (Fronti, 1994).

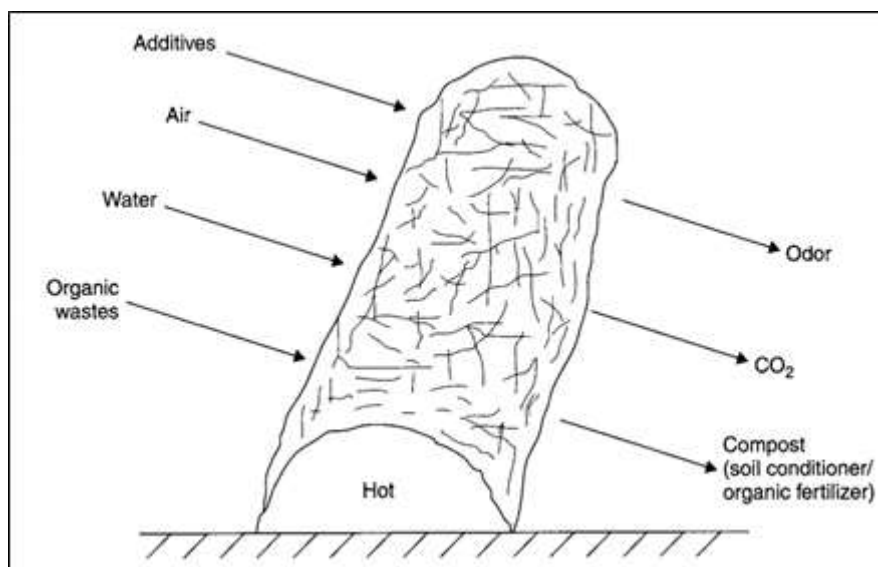
#### Tipos de residuos sólidos

Tipo y cantidad de residuos, la cantidad y tipo de desechos que han sido generados en ámbitos de emergencia tiene variaciones. Siendo los factores principales los siguientes (Abdelghani, 1983): región geográfica (país o región desarrollados o menos desarrollados); variaciones estacionales (que afectan los tipos de alimentos disponibles); etapa de emergencia (volumen y composición de los desechos se alteran al paso del tiempo) y el envasado de porciones de alimentos.

#### Compostaje de residuos sólidos orgánicos

El reciclaje de desperdicios de alimentos puede realizarse mediante fermentación aeróbica (compostaje) o fermentación anaeróbica (biogás). El compostaje es el método recomendado para reciclar desechos de alimentos. El compostaje es un proceso que involucra la descomposición biológica de materia

orgánica, en determinadas condiciones, en acondicionador de suelo. La fermentación aeróbica es la descomposición de material orgánico en presencia de aire. Durante el proceso de compostaje, los microorganismos consumen oxígeno, mientras que el CO<sub>2</sub>, el agua y el calor se liberan como resultado de la actividad microbiana como se muestra en la **Figura 1** (El-Haggar, 2007a).



**Fuente: (El-Haggar, 2007a)**  
**Figura 1. Proceso del compostaje**

Factores que afectan el proceso de compostaje

Cuatro factores principales controlan el proceso de compostaje: contenido de humedad, nutrición (relación carbono: nitrógeno del material), temperatura y oxígeno (aireación).

El porcentaje ideal del contenido de humedad es del 60 % (El-Haggar, 2007b). El contenido de humedad inicial debe variar de 40 % a 60% dependiendo de los componentes de la mezcla. Si el contenido de humedad disminuye menos del 40 %, la actividad microbiana se ralentiza y se vuelve inactiva. Si el contenido de humedad aumenta por encima del 60 %, la descomposición se ralentiza y se emite olor a descomposición anaeróbica (El-Haggar, 2007).

En relación carbono/nitrógeno, los microorganismos encargados de descomponer la materia orgánica requieren carbono y nitrógeno como nutriente para crecer y reproducirse. Los microbios trabajan activamente si la relación carbono: nitrógeno es 30:1. Si la relación de carbono excedió 30, la tasa de compostaje disminuye. La descomposición del material de desecho orgánico

disminuirá si las relaciones C: N son tan bajas como 10:1 o tan altas como 50:1 (El-Haggar, 2007).

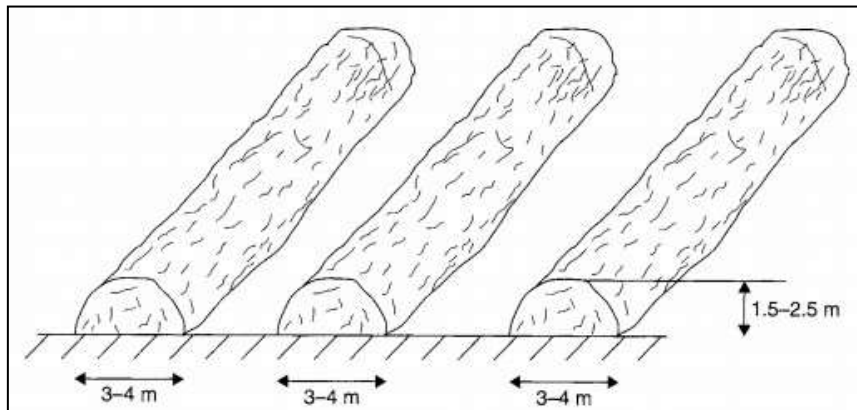
Respecto a la temperatura, la actividad de las bacterias y otros microorganismos produce calor al descomponer (oxidar) el material orgánico. El rango de temperatura ideal dentro del compost para que sea eficiente varía de 32 °C a 60 °C Si la temperatura está fuera de este rango, la actividad de los microorganismos se ralentiza o puede destruirse. El aumento de la temperatura durante el compostaje por encima de 55 °C mata las malezas, los microbios enfermos y las enfermedades como Shengella y Salmonella; esto favorece la reducción de riesgo de transmisión de enfermedades por materiales infectados y contaminados. La temperatura exterior tiene un efecto en el proceso de compostaje. En invierno, el proceso de compostaje es más lento que en primavera y verano (El-Haggar, 2007).

Respecto al oxígeno (aireación), un suministro continuo de oxígeno a través de la aireación es imprescindible para garantizar la fermentación aeróbica (descomposición). Se necesita una aireación adecuada para controlar el entorno requerido para las reacciones biológicas y lograr la eficiencia óptima. Se pueden utilizar diferentes técnicas para realizar la aireación requerida de acuerdo con las técnicas de compostaje. Los tipos más comunes de técnicas de compostaje son el compostaje natural, el compostaje forzado, el compostaje pasivo y el compost vermídico (El-Haggar, 2007).

#### Procesos de compostaje

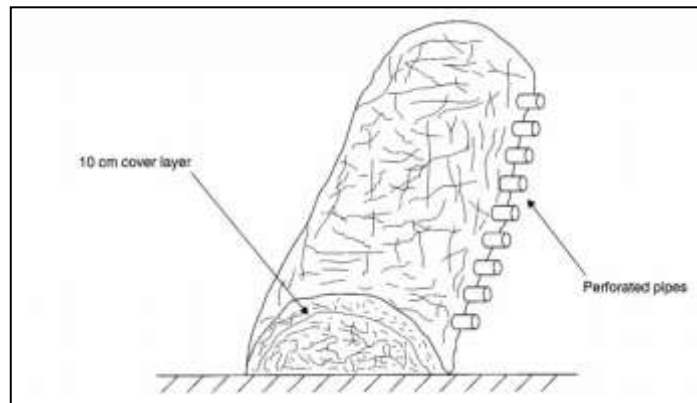
En el compostaje natural, las pilas de compost se forman a lo largo de filas paralelas como se muestra en la **Figura 2** y se humedecen y giran continuamente. La distancia entre filas se puede determinar de acuerdo con el tipo y la dimensión de la máquina de torneado (Crites y Tchobanoglous, 1992). Las pilas deben girarse aproximadamente tres veces por semana (verano) y una vez por semana (invierno) para airear la pila y lograr una temperatura y aireación homogéneas en toda la pila. Este método necesita grandes extensiones de tierra, muchos trabajadores y tiene altos costos de funcionamiento, las ventajas son aireación natural y bajo costo; mientras que las desventajas son emisión de olor,

necesita mucho tiempo para la maduración y necesita mano de obra para convertir.(Crites y Tchobanoglous, 1992).



**Fuente: (Crites y Tchobanoglous, 1992)**  
**Figura 2. Proceso de compostaje natural**

El compostaje pasivo, se colocan filas paralelas de tubería de PVC perforada de alta presión en la parte inferior del compost. Las tuberías están perforadas con agujeros de 10 cm para permitir que el aire ingrese a las pilas de compostaje como se muestra en la **Figura 3**. El colector de tubería ayuda a distribuir el aire de manera uniforme. Este sistema es mejor que el sistema natural debido a los caudales limitados inducidos por la ventilación natural. Este método necesita áreas limitadas de tierra, tiene costos de operación más bajos y no necesita trabajadores calificados. Este método se recomienda por su rentabilidad. Por lo tanto, es el método más adecuado para las comunidades en desarrollo que desean lograr el máximo beneficio del reciclaje de alimentos con la mínima inversión de capital. Este proceso, conocido como compostaje pasivo, produce un acondicionador de suelos y fertilizantes orgánicos de buena calidad si NPK (nitrógeno: fósforo: potasio) se ajusta con rocas naturales. Las ventajas son convección natural, bajo costo de funcionamiento, menos tiempo de maduración y el olor se puede controlar agregando una capa superior de compost terminado; mientras que las desventajas son costo relativamente alto en comparación con la aireación natural (El-Haggar, 2007).



**Fuente: (El-Haggar, 2007)**  
**Figura 3. Proceso de aireación pasiva**

La aireación forzada funciona como el sistema anterior, excepto que los extremos de las tuberías de plástico están conectados a sopladores que fuerzan (o succionan) el aire a través del compost a una velocidad y velocidad específicas. De lo contrario, si la velocidad del aire excedía un cierto límite, la temperatura dentro de la pila de compost disminuye y afecta la actividad microbiana. Además, la velocidad del aire durante el día siempre debe ser mayor en comparación con la velocidad del aire por la noche. Este sistema necesita una tecnología más alta con control de velocidad del aire y más consumo de energía, por lo que es menos económico en comparación con los otros dos sistemas y no se recomienda para los países rurales o en desarrollo que desean obtener ganancias de todos los procesos de reciclaje. Este método necesita inversión de capital, trabajadores calificados y tiene altos costos de funcionamiento. Las ventajas son el olor se puede controlar agregando una capa superior de compost terminado, menos tiempo de maduración en comparación con la aireación natural; mientras que las desventajas son, necesita fuente eléctrica cerca del compost, alto costo de capital y control de velocidad y requiere trabajadores calificados (El-Haggar, 2007).

#### Implementación del Sistema Integrado de Gestión de Manejo de Residuos Sólidos Municipales

Situación actual de los Residuos Sólidos en el Perú, en el país actualmente se producen aproximadamente 7906913 ton de residuos sólidos al día, de este, un 57,64 % corresponde a los RSO los cuales se pueden valorizar en actividades



como el compostaje, un 18 % corresponde a los RSI los cuales se pueden valorizar como papel, botellas de plástico, etc. y un 15,67 % corresponde a residuos que no se valorizan (Ministerio del Ambiente, 2021).

Respecto al enfoque de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos, se da la minimización de los residuos: Comprende la producción de bienes y nuevos hábitos para generar menos residuos, haciendo énfasis en el uso de eco empaques, la generación y separación de los residuos sólidos: Comprende la separación de residuos en la fuente de generación, la recolección selectiva: Comprende los servicios de las municipalidades juntamente con los recicladores, el transporte: Comprende los vehículos usados para la recolección, los cuales deben usar combustibles limpios, la valorización material/energética: Comprende los procesos de reciclaje, compostaje y coprocesamiento de papeles, botellas, RAEE, entre otros, la disposición y comercialización final: Comprende la disposición final en rellenos sanitarios que se encuentren autorizados y la venta de los residuos valorizados (Ministerio del Ambiente, 2020c).

#### Actividades para el cumplimiento de la Meta 3 del SIGRSM

De acuerdo al Sistema Integrado de Gestión de Manejo de Residuos Sólidos Municipales para municipalidades tipo E, la actividad que se estudiará para el desarrollo de la presente investigación está orientada a la actividad 2 (valorización de RSOM) (Ministerio del Ambiente, 2021).

##### A. Valorización de residuos sólidos orgánicos (Actividad 2)

Hasta el 2018 se estimó la composición de los residuos sólidos orgánicos en un porcentaje del 57,5 %, siendo mayor respecto a los otros residuos como los inorgánicos (18,1 %), peligrosos (8,6 %) y no aprovechables (15,8 %) (Ministerio del Ambiente, 2018).

La importancia de la valorización de los RSO reside en su representación de más del 50 % del total de residuos sólidos, además de la contribución en la reducción de los GEI (gases de efecto invernadero), además de estar sujeto a fiscalización ambiental por la entidad respectiva (Ministerio del Ambiente, 2018).

- El compostaje

Como parte de esta actividad se prioriza al compostaje como una tendencia para combatir el cambio climático. En el país se estima que una persona genera 0,58 kg de residuos. Respecto a la emisión de gases de CO<sub>2</sub>-eq, el Perú emite 4,482 millones de Mt Co<sub>2</sub>-eq debido a la disposición final de los RS, principalmente los orgánicos. Es así que la valorización de los RSO ayuda a la reducción de los GEI y a combatir los cambios climáticos (Ministerio del Ambiente, 2020a).

#### Norma Técnica Chilena 2880 (NTCH 2880)

Norma que establece los lineamientos, requisitos y clasificación de calidad del compost de residuos orgánicos, los parámetros fisicoquímicos que establece la presente normativa se detallan a continuación (Instituto Nacional de Normalización de Chile 2005), respecto a la humedad: La norma establece que la humedad para el compost de clase A como clase B se encuentra en el rango de 30 % a 45 %, respecto a la temperatura: La norma establece que la temperatura debe ser mayor o igual a 55 °C por un periodo de al menos 3 días consecutivos, respecto a la conductividad eléctrica: La norma establece que para el compost de clase A, la conductividad eléctrica debe ser menor a 3 dS/m y para el de clase B, debe ser menor a 8 dS/m, respecto a la relación C/N: La norma establece que para el compost clase A debe ser menor o igual a 25 y para el caso del compost clase B, debe ser menor o igual a 30 y respecto al pH: La norma establece que el pH del compost normalmente debe estar entre 5 y 8,5 para ambas clases de compost.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo, diseño y nivel de la investigación**

Se desarrolló un tipo de investigación aplicada, experimental. La cual tiene como finalidad buscar respuestas a problemas que se hallan identificado en un área específico, el cual se quiere investigar, además este problema general se subdivide en unos más específicos teniendo relación con ellos y con el interés del investigador en resolver dichos problemas presentados (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014).

El experimento se llevó a cabo mediante diseño completamente aleatorizado (DCA). El experimento consistió en diferentes temperaturas en el proceso de compostaje. Las temperaturas fueron de 43 °C, 54 °C y 60 °C, considerándose una dosis fija de microorganismos eficaces para cada prueba, además se tuvieron tres réplicas, lo que resultó como total 09 muestras. En el diseño completamente aleatorizado o también denominado diseño de bloques completamente aleatorizado, el experimentador agrupa las unidades experimentales en bloques, determinando la distribución de los tratamientos en cada bloque y, por último, asigna al azar las unidades experimentales a los tratamientos dentro de cada bloque (Gulbrandsen, 2014).

El nivel de investigación del estudio fue explicativo, que según Hernandez, Fernandez y Baptista (2014), este nivel responde las causas de un suceso y determina el comportamiento de la variable (dependiente) en función de otra variable (independiente).

### **3.2. Variables y Operacionalización**

Las variables se mencionan en la matriz de operacionalización que se encuentra en el anexo 3.

**Tabla 2. Variables de investigación**

| <b>Variables de investigación</b> |               |
|-----------------------------------|---------------|
| Temperatura de compostaje         | INDEPENDIENTE |
| Calidad de compost                | DEPENDIENTE   |

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

La población estuvo representada por los residuos sólidos orgánicos recolectados del mercado del distrito de Huamancaca chico los cuales fueron sometidos al proceso de compostaje.

El tamaño de muestra fue de 250,1 g que es equivalente a 250 g de residuos sólidos orgánicos para los 09 tratamiento que se realizaron (3

réplicas), para hallar el tamaño de muestra se aplicó la fórmula para poblaciones finitas a un nivel de significancia del 95 %.

Se aplicó la fórmula para poblaciones finitas para determinar el tamaño de muestra de la investigación:

$$n = \frac{NZ^2 \frac{1-\alpha/2}{1-\alpha/2} pq}{(N-1)\varepsilon^2 + Z^2 \frac{1-\alpha/2}{1-\alpha/2} pq} \quad (1)$$

Dónde  $n$  , es el tamaño aproximado de la muestra,  $n$  representa el número de la muestra,  $N$  representa la población bajo estudio que será 5 Kg para el estudio,  $p$  y  $q$  representan la probabilidad de éxito y fracaso de la investigación, respectivamente,  $Z$  es el nivel de significancia a un 95 % y  $\varepsilon$ , es el error estipulado para la investigación

La fórmula del valor normal fue aplicada para hallar el nivel de significancia, siendo  $\alpha = 0,05$

$$V_N = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) = \left(1 - \frac{0,05}{2}\right) \quad (2)$$

$$V_N = 0,975$$

Luego, se buscó el valor obtenido en la tabla de distribución normal presentado en el Anexo 7.

Se establece el valor de  $Z=1,96$ .

Reemplazando valores y aplicando la fórmula se tuvo:

$$p=0,5$$

$$q=0,5$$

$$e=0,0604$$

$$Z=1,96$$

$$N=5000 \text{ (g)} = 5 \text{ Kg}$$

$$n=250,1 \text{ g}$$

El tamaño de muestra entonces fue de 250,1 g que es equivalente a 250 g de residuos sólidos orgánicos para cada tratamiento.

El muestreo de los residuos sólidos orgánicos fue de forma aleatoria simple que fueron recolectados del mercado de Huamancaca Chico, de donde se recolectaron residuos de frutas, verduras y ramas secas.

La unidad muestral o unidad de análisis fue 1 kilogramo para el estudio de sus características fisicoquímicas (humedad, pH, temperatura, conductividad eléctrica y relación C/N), dado que el laboratorio donde se envió la muestra exige la cantidad mencionada para poder realizar los análisis respectivos.

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

La técnica que se aplicó en la investigación fue la observación, la cual permitió la interacción del investigador con la recolección de los residuos sólidos orgánicos del distrito de Huamancaca chico para ser sometido a compostaje usando ME.

Se emplearon como instrumentos 5 fichas de recolección de datos que se detallan en el anexo 4 y se resumen en la **Tabla 3**:

**Tabla 3. Fichas de recolección de datos**

|                |  |
|----------------|--|
| <b>Ficha 1</b> | Ficha de ubicación   |
| <b>Ficha 2</b> | Ficha de toma de muestra del mercado de Huamancaca Chico                 |
| <b>Ficha 3</b> | Caracterización fisicoquímica inicial del compost en la etapa mesofílica |
| <b>Ficha 4</b> | Proceso de compostaje  |
| <b>Ficha 5</b> | Caracterización final del compost  |

### **3.5. Procedimiento**

Seguidamente, damos a conocer el procedimiento que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la parte experimental:

#### **A. Determinación de las características fisicoquímicas de la mezcla de residuos sólidos orgánicos en la etapa mesofílica.**

Las características fisicoquímicas iniciales del compost, se realizó en la etapa mesofílica del proceso de compostaje, la cual corresponde a los 5 días de realizada la mezcla de residuos orgánicos, dado que en la etapa mesofílica

lo residuos sólidos orgánicos se mantienen casi a temperatura ambiente (pudiendo llegar como máximo a 40 °C), la materia orgánica aún no sufre un proceso de descomposición fuerte y al tener pocos cambios y aparición reciente de bacterias y microorganismos, permitieron evaluar las características de los RSO en comparación con lo que fue el resultado final, que fue el compost (García Pérez, 2018)

Se evaluaron los parámetros de humedad, pH, temperatura, conductividad eléctrica y relación C/N, para lo cual se usaron los instrumentos respectivos para la medición de cada parámetro.

### **B. Recolección y mezcla de residuos sólidos orgánicos para el compostaje**

- Se recolectó del distrito de Huamancaca chico, 5 Kg de residuos sólidos orgánicos que comprendió residuos de vegetales, residuos de frutas y ramas secas, las cuales fueron deshidratadas al ambiente por un periodo de 24 horas y luego fueron picadas a un tamaño de 3 cm a 4 cm aproximadamente con el fin de uniformizar el tamaño de las partículas, como se observa en la **figura 4**, **figura 5** y **figura 6**.



**Figura 4. Recolección de RSO del mercado de Huamancaca chico**



**Figura 5. Selección de RSO recolectados**



**Figura 6. Proceso de deshidratación y picado de los residuos**

- Se recolectó 500 g de aserrín que sirvió como capa adsorbente, que se recolectó de un aserradero del distrito de Huamancaca chico, como se observa en la **figura 7**.



**Figura 7. Aserrín recolectado**

- Finalmente se recolectó 1,5 Kg de estiércol de ganado vacuno, el cual también será desmenuzado para obtener una uniforme capa, como se observa en la **figura 8**.



**Figura 8. Estiércol de ganado vacuno recolectado**

- Los residuos se mezclaron en un balde de plástico de 8 L en el orden siguiente: capa de 0,5 Kg de aserrín (representa el 10 %) que fue rociada con agua potable, seguido de la capa de 3 Kg de residuos sólidos orgánicos (representa el 60 %) y finalmente la capa de 1,5 Kg de estiércol de ganado (representa el 30 %).
- Se roció finalmente agua destilada a la mezcla anterior mencionada y se



le espolvoreó una pequeña cantidad de carbonato de calcio uniformemente, como se observa en la **figura 9**.



**Figura 9. Mezcla de RSO con aserrín y estiércol de ganado**

- La mezcla se dejó a temperatura ambiente por un periodo de 5 días que fue el tiempo de duración de la etapa mesofílica, volteándola interdiariamente.

#### **Activación de los Microorganismos Efectivos (ME)**

El producto EM•COMPOST® se procedió a activar en un recipiente con tapa hermética de 1 L de capacidad, dado que este producto es un concentrado de microorganismos en estado latente que requiere de activación para poder aplicarlo, para ello se mezcló 55,5 mL de melaza de caña de azúcar con 55,5 mL de ME y 1 L de agua destilada, se tapó el recipiente y se dejó en fermentación la mezcla por 7 días, pasado el tiempo especificado se liberó el gas formado y se tuvo lista la solución para su uso, como se observa en la **figura 10**, este procedimiento se basó en la investigación realizada por (García Pérez, 2018)



**Figura 10. Activación de ME**

**Dosis de ME usada en las muestras de compost**

- Se pesaron 250 g de la mezcla de los residuos sólidos del balde donde estuvieron por el periodo de 5 días y se colocaron en los 3 recipientes plásticos de 500 mL de capacidad, este mismo procedimiento se siguió para las dos réplicas realizadas, como se observa en la **figura 11**.



**Figura 11. Pesado de los residuos sólidos orgánicos**

- Los residuos sólidos se esparcieron homogéneamente y se procedió a agregar la dosis de ME a cada muestra, la dosis suministrada fue de 1,15 mL para todos los casos, como se observa en la **figura 12**.

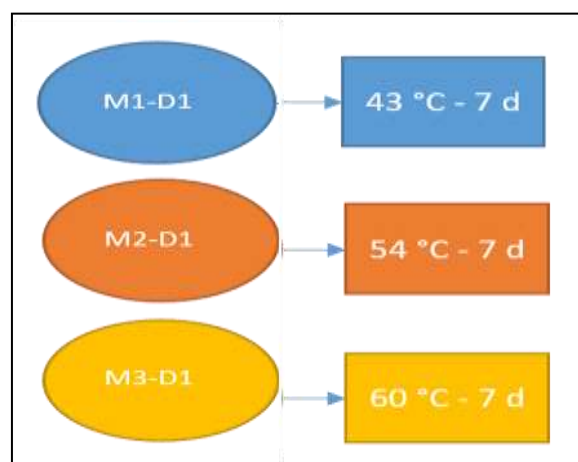


**Figura 12. Dosis de ME agregados a los residuos sólidos orgánicos**  
**C. Temperatura en el proceso de compostaje de residuos sólidos con ME**

En cumplimiento con el segundo objetivo específico, se evaluó la temperatura en el proceso de compostaje de los residuos sólidos, para lo cual se tomó como guía la investigación realizada por (Miyatake y Iwabuchi, 2006).

Se colocaron las tres muestras de residuos sólidos con las dosis respectivas de ME (EM•COMPOST®) a una incubadora, en la incubadora se realizó la evaluación de las muestras por un periodo de 7 días, estableciendo las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C, , como se observa en la **figura 14**, las temperaturas que se basaron en la investigación realizada por (Miyatake y Iwabuchi, 2006).

El diseño experimental planteado se visualiza en la **Figura 13**.



**Figura 13. Distribución de muestras**



**Figura 14. Muestras distribuidas en la incubadora con variación de temperatura**

#### **D. Calidad del compost después del tratamiento con ME**

En cumplimiento con el tercer objetivo específico se realizó la evaluación de la calidad del compost de las muestras evaluadas con la variación de temperatura en el proceso de compostaje y usando una dosis específica de ME, para ello una vez culminado el proceso de compostaje se procedió a tomar una muestra de 50 g de compost, el cual fue enviado al laboratorio de Análisis Ambientales para la evaluación de los parámetros físicos y químicos que determinaron la calidad del compost, también se envió una muestra al laboratorio INIA para validación de parámetros, los datos obtenidos fueron comparados con la Norma Técnica Chilena 2880, dado que el Perú aún no tiene establecida alguna normativa de calidad para evaluación del compost.

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

Se usó el software estadístico Minitab v 18,0 para realizar el análisis estadístico del diseño de bloques aplicado para el estudio, además se aplicó el análisis de Anova para comparar los parámetros del compost respecto a las temperaturas evaluadas y para comparaciones de medias de los resultados obtenidos después de los tratamientos, también se aplicaron pruebas de Tukey para hallar los parámetros óptimos de temperatura para el tratamiento de compostaje y la prueba de normalidad para determinar si los datos provinieron o no de una población normal.

#### **3.7. Aspectos éticos**

El proyecto de investigación respetó la propiedad intelectual, citando a los autores y la ética en investigación de la universidad, RCU N° 0126-2017/UCV.

Además, se ajustó a la Resolución Rectoral N° 0089 -2019/UCV, Reglamento de investigación de la Universidad César Vallejo y mediante Disposición N° 7.4 de la Resolución de Vicerrectorado de Investigación N° 008-2017-VI/UCV: la cual se verificó mediante el turnitin la evidencia de no copia del proyecto de investigación.

#### IV. RESULTADOS

##### Caracterización fisicoquímica de la mezcla de residuos sólidos orgánicos en la etapa mesofílica del proceso de compostaje

Los procedimientos experimentales comenzaron con la caracterización inicial de los residuos sólidos orgánicos, los cuales fueron recolectados del mercado de Huamancaca Chico, se realizó la mezcla respectiva de ellos y a los 5 días, durante la etapa mesofílica se envió una muestra representativa de 1 Kg de la mezcla de residuos sólidos orgánicos al laboratorio de Análisis para la determinación de sus parámetros fisicoquímicos, los cuales fueron: temperatura, pH, humedad, conductividad eléctrica y relación C/N, el reporte de este análisis se encuentra en el anexo 6 (informe de ensayo N° 1-024-001/21) y se describe en la **tabla 4**. También se envió una muestra al laboratorio INIA, cuyo reporte se presenta en el anexo 6 (Informe N° 060-2021) para verificar los resultados obtenidos por el laboratorio Análisis Ambientales, ya que el laboratorio de INIA solo nos analizó los parámetros de pH y materia orgánica, la cual tiene relación con el parámetro de C/N, es por ello que se afirma que los resultados de los análisis presentan similares resultados, validando la información del reporte.

De acuerdo a los parámetros analizados por el laboratorio INIA, nos da UN valor de pH de 6,70, el cual coincide con el obtenido por el laboratorio de Análisis Ambientales, en lo que respecta a la materia orgánica presenta un valor de 41,38 %, a la cual aplicándole la ecuación 3, según López Robles y Rad (2009), que presenta una relación entre el porcentaje de materia orgánica y porcentaje de carbono, se obtiene un valor de 24,002 % de C, valor similar al presentado a la tabla 4 para la relación C/N.

$$\%M.O. = \%C \times 1,724 \quad (3)$$

**Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de los RSO en la etapa mesofílica**

| Laboratorio          |             | Laboratorio de Análisis Ambientales |                  |                                |              |
|----------------------|-------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------|
| Muestra /Indicadores | Humedad (%) | pH (ácido/b ase)                    | Temperatura (°C) | Conductividad Eléctrica (dS/m) | Relación C/N |
| 1                    | 59          | 6,7                                 | 39               | 2,20                           | 24           |

En la **tabla 4**, se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica de los RSO en la etapa mesofílica, la cual corresponde a los 5 días de realizada la mezcla de residuos orgánicos, dado que en la etapa mesofílica los residuos sólidos orgánicos se mantienen casi a temperatura ambiente (pudiendo llegar como máximo a 40 °C), se observa un valor de temperatura de 39 °C, una humedad de 59 %, la conductividad eléctrica presentó un valor de 2,20 dS/m, un pH de 6,7 y finalmente, una relación C/N (carbono/nitrógeno) de 24.

### **Temperatura en el proceso de compostaje usando microorganismos eficaces**

Se desarrolló el tratamiento para mejorar la calidad del compost a partir de los residuos sólidos orgánicos del distrito de Huamancaca Chico, usando una dosis de 1,15 mL de microorganismos eficaces para cada una de las muestras evaluadas, variando la temperatura en el proceso de compostaje, cuyos valores fueron de 43 °C, 54 °C y 60 °C, al finalizar con las pruebas experimentales se enviaron las muestras para el análisis final calidad del compost obtenido al laboratorio del Análisis Ambientales, donde se determinaron los parámetros de temperatura, pH, humedad, conductividad eléctrica y relación C/N, los reportes de mencionados análisis se encuentran en el anexo 6, en los informes de ensayo N° 1-046-001/21, N° 1-056-002/21 y N° 1-072-002/21, además se presentan en la **tabla 5** de acuerdo al diseño planteado.

Así mismo se enviaron muestras de validación al laboratorio INIA que se presentan en el anexo 6, en los informes N° 061-2021 y N° 062-2021, cuyos reportes corresponden a las muestras de la réplica I a la temperatura de 43 °C y a la réplica II a la temperatura de 60 °C, respectivamente, los resultados de los valores de los parámetros de pH y materia orgánica (convirtiendo a C/N con la ecuación 3) fueron similares a los obtenidos por el laboratorio de Análisis Ambientales, por lo tanto validaron los resultados presentados en la tabla 5.

**Tabla 5. Calidad del compost al variar la temperatura**

| PARÁMETROS   | T=43°C      |              |               |           | T=54°C      |              |               |           | T=60°C      |              |               |           |
|--------------|-------------|--------------|---------------|-----------|-------------|--------------|---------------|-----------|-------------|--------------|---------------|-----------|
|              | REP LIC A I | REP LIC A II | REP LIC A III | PRO MEDIO | REP LIC A I | REP LIC A II | REP LIC A III | PRO MEDIO | REP LIC A I | REP LIC A II | REP LIC A III | PRO MEDIO |
| Potencial de | 6,9         | 7,1          | 7,06          | 7,02      | 7,22        | 7,16         | 7,18          | 7,19      | 7,95        | 8,01         | 7,91          | 7,96      |

|                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| hidrogeno                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Conductividad eléctrica dS/m | 4,82  | 4,31  | 4,27  | 4,47  | 3,58  | 3,71  | 3,52  | 3,60  | 2,15  | 2,24  | 2,19  | 2,19  |
| Humedad %                    | 12,57 | 12,09 | 12,01 | 12,22 | 24,21 | 24,05 | 23,99 | 24,08 | 45,8  | 46,1  | 45,7  | 45,87 |
| Relación C/N %               | 24,66 | 22,04 | 22,5  | 23,07 | 10,47 | 10,34 | 10,27 | 10,36 | 13,47 | 13,24 | 13,38 | 13,36 |

En la **tabla 5**, se observan los valores de los parámetros obtenidos de la evaluación del compost que resultaron después de realizar el tratamiento aplicando tres temperaturas diferentes de 43 °C, 54 °C y 60 °C, de acuerdo al promedio de las tres replicas realizadas, se observa que para el pH evaluado se obtienen valores alcalinos en los tres casos de 7,02; 7,19 y 7,96 respectivamente, para el caso de la conductividad eléctrica se observa una reducción a medida que la temperatura aumenta, siendo los valores de 4,47 dS/m, 3,60 dS/m y 2,19 dS/m respectivamente, en lo que respecta a la humedad se observa un incremento a medida que la temperatura aumenta, siendo los valores de 12,22 %, 24,08 % y 45,87% respectivamente; finalmente, los resultados de la relación C/N mostraron valores de 23,07 %, 10,36 % y 13,36 %.

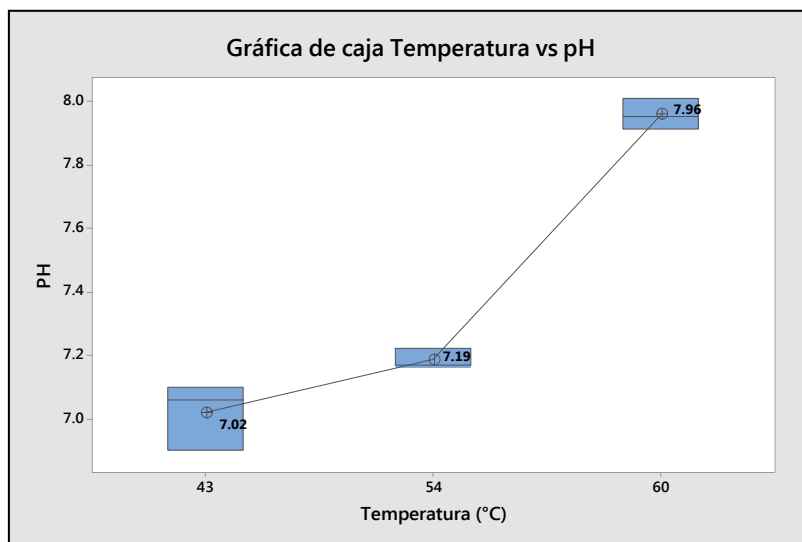
### Evaluación del pH

Los resultados obtenidos del promedio de las réplicas efectuadas para la evaluación del pH en función de la temperatura se detallan en la **tabla 6**, donde el mejor pH obtenido fue con la temperatura más baja, siendo este pH cercano a 7, lo que conocemos como pH neutro.

**Tabla 6. Valores promedio de pH de los tratamientos a diferentes temperaturas**

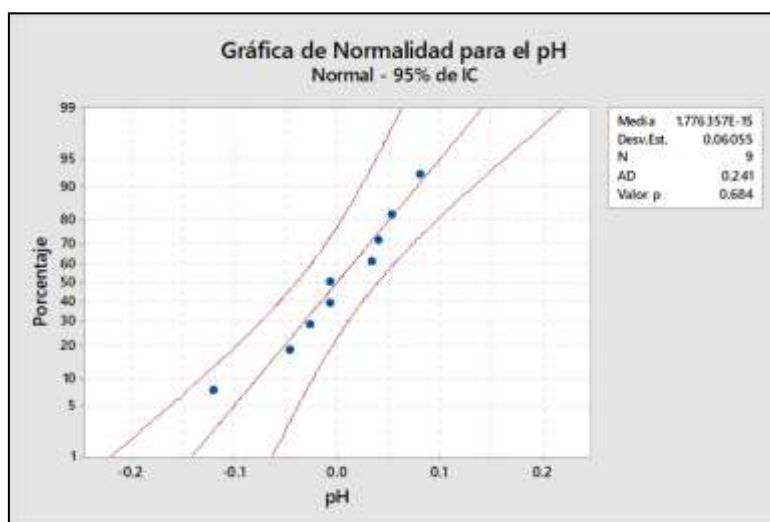
| PARÁMETRO | T=43°C | T=54°C | T=60°C |
|-----------|--------|--------|--------|
| pH        | 7,02   | 7,19   | 7,96   |





**Figura 15. Gráfica de pH vs temperatura**

Se puede observar en la **figura 15**, la variación que sufrió el pH con las distintas temperaturas aplicadas, se presenta un incremento en el pH, volviéndose la muestra más alcalina a medida que la temperatura aplicada fue mayor, es así que se obtuvo un valor de 7,02 cuando la temperatura fue de 43 °C, un valor de 7,19 cuando la temperatura fue de 54 °C y un máximo valor de 7,96 cuando la temperatura fue de 60 °C.



**Figura 16. Prueba de normalidad para el pH**

Se aplicó la prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro Wilks, la cual se halló con los residuos de los datos de pH como se observa en la **figura 16**, analizando el valor de  $p=0,684$  se puede afirmar que los datos provienen de una población normal, dado que el valor obtenido es mayor al valor de significancia  $p=0,05$ .

**Tabla 7. Análisis de varianza para el pH**

| Temperaturas | N | Media  | Desv.Est. | Intervalo de confianza de 95 % para la media |
|--------------|---|--------|-----------|--|
| 43           | 3 | 7,0200 | 0,1058    | (6,9212; 7,1188)                             |
| 54           | 3 | 7,1867 | 0,0306    | (7,0879; 7,2854)                             |
| 60           | 3 | 7,9567 | 0,0503    | (7,8579; 8,0554)                             |

*Desv.Est. agrupada = 0.0699206*

Según la **tabla 7**, la muestra evaluada a 43 °C fue la que presentó el menor valor de pH de 7,02 con una variación de 0,1058; sin embargo, las otras dos muestras evaluadas a 54 °C y 60 C mostraron mayor valor de pH, tornándose del valor neutro al alcalino como el caso de la muestra evaluada a 60 °C que presenta un valor de pH de 7,9567 con una variación de 0,0503. De acuerdo al intervalo de confianza se indica que hubo diferencias significativas entre las muestras respecto a la variación de temperatura.

**Tabla 8. Análisis de ANOVA para el pH**

| Fuente       | GL | Suma de Cuadrados Ajust. | Media Cuadrática Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|--------------------------|-------------------------|---------|---------|
| Temperaturas | 2  | 1,49802                  | 0,749011                | 153,21  | 0,000   |
| Error        | 6  | 0,02933                  | 0,004889                |         |         |
| Total        | 8  | 1,52736                  |                         |         |         |

Según se muestra en la **tabla 8**, se centra la atención en el valor de p, cuyo valor es  $p=0,000$ , que nos indica que, a un nivel de significancia de 0,05, el pH de las muestras evaluadas a las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C presentaron diferencias significativas, lo que nos indica que las medias no fueron iguales, dado que  $p=0,000$  es menor que el valor de significancia 0,05 ( $p<0,05$ ).

**Tabla 9. Comparaciones en parejas de Tukey para el pH**

| temperaturas | N | Media  | Agrupación |
|--------------|---|--------|------------|
| 60           | 3 | 7,9567 | A          |
| 54           | 3 | 7,1867 | B          |
| 43           | 3 | 7,0200 | B          |

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

De acuerdo a la **tabla 9**, de comparaciones de Tukey, se afirma con un nivel de significancia del 95 % que el pH promedio de la muestra evaluada a 60 °C es

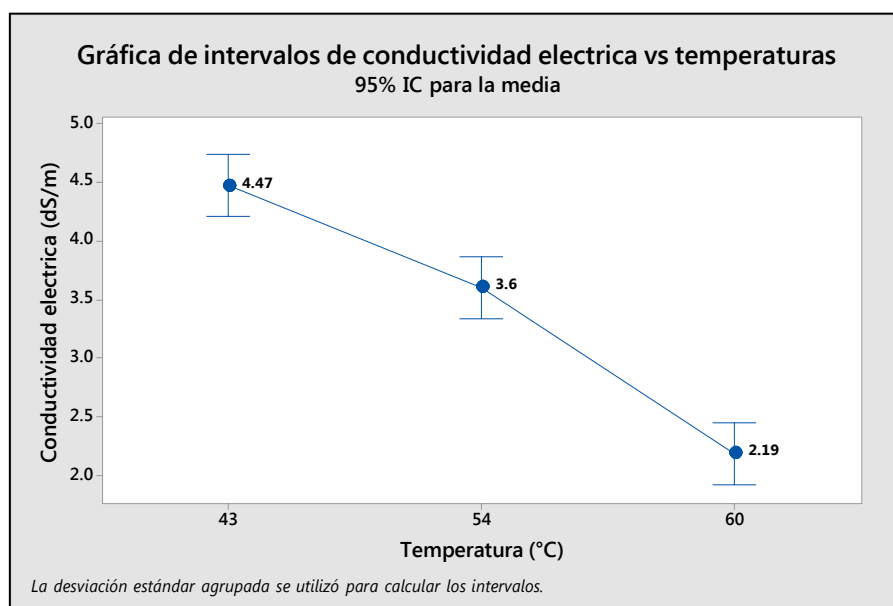
mayor que el pH promedio de las muestras evaluadas a 43 °C y 54 °C, siendo estas dos últimas relativamente iguales en valor; sin embargo, para la presente investigación se afirma que el mejor valor de pH para la calidad de compost es de 7,02, ya que es el más cercano al valor neutro.

### Evaluación de la conductividad eléctrica

Los resultados obtenidos del promedio de las réplicas efectuadas para la evaluación de la conductividad eléctrica en función de la temperatura se detallan en la **tabla 10**, donde el mayor valor se obtuvo con la temperatura más baja, mientras que el menor valor se obtuvo con la temperatura más elevada.

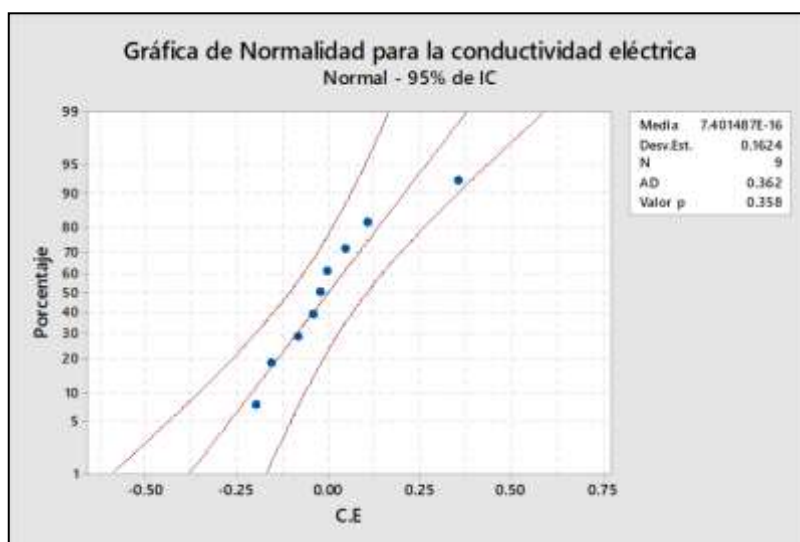
**Tabla 10. Valores promedio de conductividad eléctrica de los tratamientos a diferentes temperaturas**

| PARÁMETRO                             | T=43°C | T=54°C | T=60°C |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| <b>conductividad eléctrica (dS/m)</b> | 4,47   | 3,6    | 2,19   |



**Figura 17. Gráfica de conductividad eléctrica vs temperatura**

Se puede observar en la **figura 17**, la variación que sufrió la conductividad eléctrica con las distintas temperaturas aplicadas, se presenta una disminución del valor de la conductividad eléctrica a medida que la temperatura aplicada fue mayor, es así que se obtuvo un valor de 4,47 dS/m cuando la temperatura fue de 43 °C, un valor de 3,6 dS/m cuando la temperatura fue de 54 °C y un mínimo valor de 2,19 dS/m cuando la temperatura fue de 60 °C.



**Figura 18. Prueba de normalidad para la conductividad eléctrica**

Se aplicó la prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro Wilks, la cual se halló con los residuos de los datos de conductividad eléctrica como se observa en la **figura 18**, analizando el valor de  $p=0,358$  se puede afirmar que los datos provienen de una población normal, dado que el valor obtenido es mayor al valor de significancia  $p=0,05$ .

**Tabla 11. Análisis de varianza para la conductividad eléctrica**

| Temperaturas | N | Media  | Desv.Est. | Intervalo de confianza de 95 % para la media |
|--------------|---|--------|-----------|--|
| 43           | 3 | 4,467  | 0,307     | (4,202; 4,732)                               |
| 54           | 3 | 3,6033 | 0,0971    | (3,3384; 3,8683)                             |
| 60           | 3 | 2,1933 | 0,0451    | (1,9284; 2,4583)                             |

*Desv.Est. agrupada = 0.187528*

Según la **tabla 11**, la muestra evaluada a 60 °C fue la que presentó el menor valor para la conductividad eléctrica de 2,1933 dS/m con una variación de 0,0451; sin embargo, las otras dos muestras evaluadas a 54 °C y 43 C mostraron mayor valor para la conductividad eléctrica, como el caso de la muestra evaluada a 43 °C que presenta un valor para la conductividad eléctrica de 4,467 dS/m con una variación de 0,307. De acuerdo al intervalo de confianza se indica que hubo diferencias significativas entre las muestras respecto a la variación de temperatura.

**Tabla 12. Análisis de ANOVA para la conductividad eléctrica**

| Fuente       | GL | Suma de Cuadrados Ajust. | Media Cuadrática Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|--------------------------|-------------------------|---------|---------|
| Temperaturas | 2  | 7,9015                   | 3,95074                 | 112,34  | 0,000   |
| Error        | 6  | 0,2110                   | 0,03517                 |         |         |
| Total        | 8  | 8,1125                   |                         |         |         |

Según se muestra en la **tabla 12**, se centra la atención en el valor de p, cuyo valor es  $p=0,000$ , que nos indica que, a un nivel de significancia de 0,05, la conductividad eléctrica de las muestras evaluadas a las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C presentaron diferencias significativas, lo que nos indica que las medias no fueron iguales, dado que  $p=0,000$  es menor que el valor de significancia 0,05 ( $p<0,05$ ).

**Tabla 13. Comparaciones en parejas de Tukey para la conductividad eléctrica**

| temperaturas | N | Media  | Agrupación |
|--------------|---|--------|------------|
| 43           | 3 | 4,467  | A          |
| 54           | 3 | 3,6033 | B          |
| 60           | 3 | 2,1933 | C          |

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

De acuerdo a la **tabla 13**, de comparaciones de Tukey, se afirma con un nivel de significancia del 95 % que la conductividad eléctrica promedio de la muestra evaluada a 43 °C es mayor que la conductividad eléctrica promedio de las muestras evaluadas a 54 °C y 60 °C, respectivamente; sin embargo, para la presente investigación el valor que mejor se ajusta a la calidad de compost fue el obtenido a la temperatura de 60 °C, de 2,1933 dS/m.

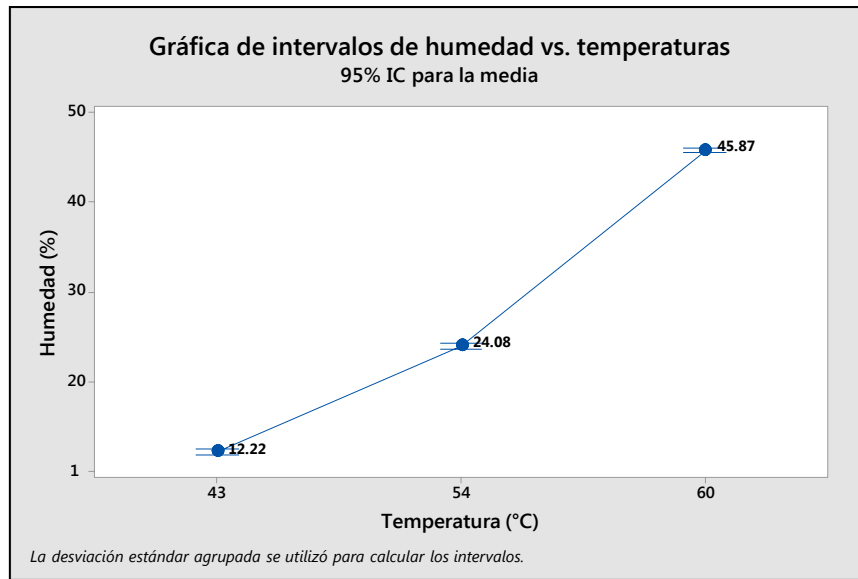
### Evaluación de la humedad

Los resultados obtenidos del promedio de las réplicas efectuadas para la evaluación de la humedad en función de la temperatura se detallan en la **tabla 14**, donde el mayor valor se obtuvo con la temperatura más alta, mientras que el menor valor se obtuvo con la temperatura más baja.

**Tabla 14. Valores promedio de humedad de los tratamientos a diferentes temperaturas**

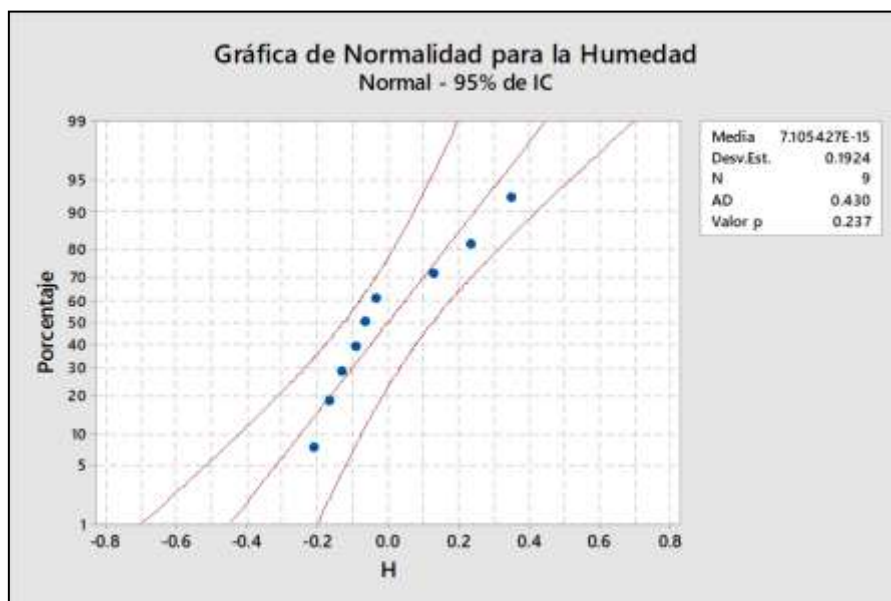
| PARÁMETRO | T=43°C | T=54°C | T=60°C |
|-----------|--------|--------|--------|
|-----------|--------|--------|--------|

|             |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|
| humedad (%) | 12,22 | 24,08 | 45,87 |
|-------------|-------|-------|-------|



**Figura 19. Gráfica de humedad vs temperatura**

Se puede observar en la **figura 19**, la variación que sufrió la humedad con las distintas temperaturas aplicadas, se presenta un incremento del valor de la humedad a medida que la temperatura aplicada fue mayor, es así que se obtuvo un valor de 12,22 % cuando la temperatura fue de 43 °C, un valor de 24,08 % cuando la temperatura fue de 54 °C y un mínimo valor de 45,87 % cuando la temperatura fue de 60 °C.



**Figura 20. Prueba de normalidad para la humedad**

Se aplicó la prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro Wilks, la cual se halló con los residuos de los datos de humedad como se observa en la **figura 20**, analizando el valor de  $p=0,237$  se puede afirmar que los datos provienen de una población normal, dado que el valor obtenido es mayor al valor de significancia  $p=0,05$ .

**Tabla 15. Análisis de varianza para la humedad**

| Temperaturas | N | Media   | Desv.Est. | Intervalo de confianza de 95 % para la media |
|--------------|---|---------|-----------|--|
| 43           | 3 | 12,223  | 0,303     | (11,910; 12,537)                             |
| 54           | 3 | 24,0833 | 0,1137    | (23,7696; 24,3971)                           |
| 60           | 3 | 45,867  | 0,208     | (45,553; 46,180)                             |

*Desv.Est. agrupada = 0.222111*

Según la **tabla 15**, la muestra evaluada a 43 °C fue la que presentó el menor valor para la humedad de 12,223 % con una variación de 0,303; sin embargo, las otras dos muestras evaluadas a 54 °C y 60 °C mostraron mayor valor para la humedad, como el caso de la muestra evaluada a 60 °C que presentó un valor para la humedad de 45,867 % con una variación de 0,208. De acuerdo al intervalo de confianza se indica que hubo diferencias significativas entre las muestras respecto a la variación de temperatura.

**Tabla 16. Análisis de ANOVA para la humedad**

| Fuente       | GL | Suma de Cuadrados Ajust. | Media Cuadrática Ajust. | Valor F  | Valor p |
|--------------|----|--------------------------|-------------------------|----------|---------|
| Temperaturas | 2  | 1747,05                  | 873,524                 | 17706,56 | 0,000   |
| Error        | 6  | 0,30                     | 0,049                   |          |         |
| Total        | 8  | 1747,34                  |                         |          |         |

Según se muestra en la **tabla 16**, se centra la atención en el valor de  $p$ , cuyo valor es  $p=0,000$ , que nos indica que, a un nivel de significancia de 0,05, la humedad de las muestras evaluadas a las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C presentaron diferencias significativas, lo que nos indica que las medias no fueron iguales, dado que  $p=0,000$  es menor que el valor de significancia 0,05 ( $p<0,05$ ).

**Tabla 17. Comparaciones en parejas de Tukey para la humedad**

| temperaturas | N | Media   | Agrupación |
|--------------|---|---------|------------|
| 60           | 3 | 45,867  | A          |
| 54           | 3 | 24,0833 | B          |
| 43           | 3 | 12,223  | C          |

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

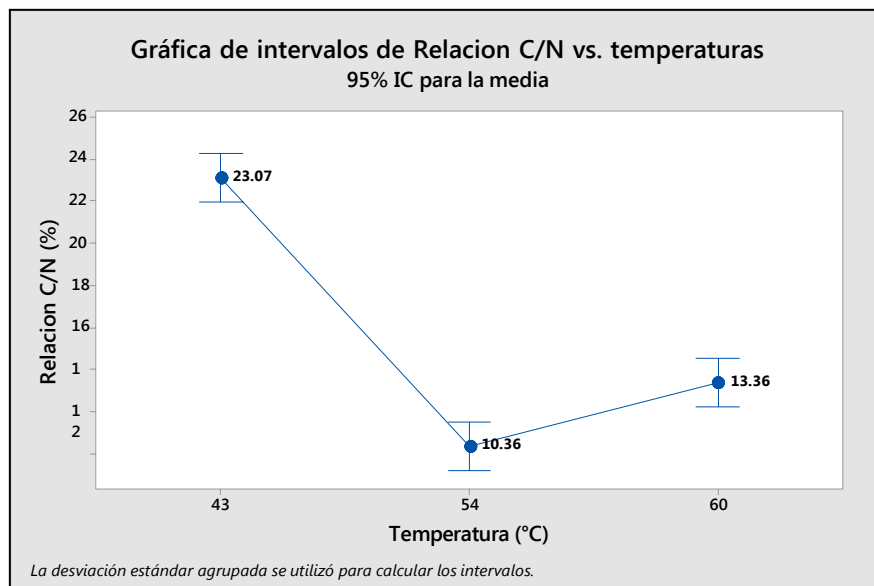
De acuerdo a la **tabla 17**, de comparaciones de Tukey, se afirma con un nivel de significancia del 95 % que la humedad promedio de la muestra evaluada a 60 °C es mayor que la humedad promedio de las muestras evaluadas a 54 °C y 43 °C, respectivamente.

### Evaluación de la relación C/N

Los resultados obtenidos del promedio de las réplicas efectuadas para la evaluación de la relación C/N en función de la temperatura se detallan en la **tabla 18**, donde el menor valor se obtuvo con la temperatura más alta, mientras que el mayor valor se obtuvo con la temperatura más baja.

**Tabla 18. Valores promedio de relación C/N de los tratamientos a diferentes temperaturas**

| PARÁMETRO        | T=43°C | T=54°C | T=60°C |
|------------------|--------|--------|--------|
| Relación C/N (%) | 23,07  | 10,36  | 13,36  |

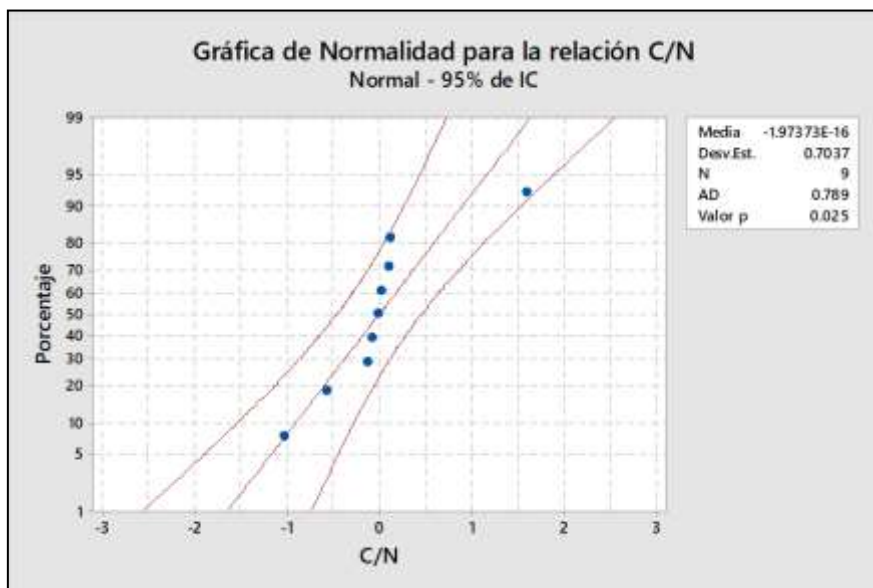


**Figura 21. Gráfica de relación C/ N vs temperatura**

Se puede observar en la **figura 21**, la variación que sufrió la humedad con las distintas temperaturas aplicadas, se presenta el mayor valor obtenido de 23,07 % cuando la temperatura fue de 43 °C, luego se observa un descenso con un



valor de 10,36 % cuando la temperatura fue de 54 °C y aumento en el valor respecto al anterior de 13,36 % cuando la temperatura fue de 60 °C.



**Figura 22. Prueba de normalidad para la relación C/N**

Se aplicó la prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro Wilks, la cual se halló con los residuos de los datos de relación C/N como se observa en la **figura 22**, analizando el valor de  $p=0,025$  se puede afirmar que los datos no provienen de una población normal, dado que el valor obtenido es menor al valor de significancia  $p=0,05$ , este comportamiento sin embargo no afectó los objetivos que se evaluaron en la presente investigación.

**Tabla 19. Análisis de varianza para la relación C/N**

| Temperaturas (°C) | N | Media   | Desv.Est. | Intervalo de confianza de 95 % para la media |
|-------------------|---|---------|-----------|--|
| 43                | 3 | 23,067  | 1,399     | (21,919; 24,215)                             |
| 54                | 3 | 10,3600 | 0,1015    | (9,2121; 11,5079)                            |
| 60                | 3 | 13,3633 | 0,1159    | (12,2154; 14,5112)                           |

*Desv.Est. agrupada = 0.812541*

Según la **tabla 19**, la muestra evaluada a 54 °C fue la que presentó el menor valor para la relación C/N de 10,36 % con una variación de 0,1015; sin embargo, las otras dos muestras evaluadas a 43 °C y 60 °C mostraron mayor valor para la relación C/N, como el caso de la muestra evaluada a 43 °C que presentó un valor para la relación C/N de 23,067 % con una variación de 1,399. De acuerdo al

intervalo de confianza se indica que hubo diferencias significativas entre las muestras respecto a la variación de temperatura.

**Tabla 20. Análisis de ANOVA para la relación C/N**

| Fuente       | GL | Suma de Cuadrados Ajust. | Media Cuadrática Ajust. | Valor F | Valor p |
|--------------|----|--------------------------|-------------------------|---------|---------|
| Temperaturas | 2  | 264,634                  | 132,317                 | 200,41  | 0,000   |
| Error        | 6  | 3,961                    | 0,660                   |         |         |
| Total        | 8  | 268,595                  |                         |         |         |

Según se muestra en la **tabla 20**, se centra la atención en el valor de p, cuyo valor es  $p=0,000$ , que nos indica que, a un nivel de significancia de 0,05, la relación C/N de las muestras evaluadas a las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C presentaron diferencias significativas, lo que nos indica que las medias no fueron iguales, dado que  $p=0,000$  es menor que el valor de significancia 0,05 ( $p<0,05$ ).

**Tabla 21. Comparaciones en parejas de Tukey para la relación C/N**

| Temperaturas | N | Media   | Agrupación |
|--------------|---|---------|------------|
| 43           | 3 | 23,067  | A          |
| 60           | 3 | 13,3633 | B          |
| 54           | 3 | 10,3600 | C          |

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

De acuerdo a la **tabla 21**, de comparaciones de Tukey, se afirma con un nivel de significancia del 95 % que la relación C/N promedio de la muestra evaluada a 43 °C es mayor que la relación C/ N promedio de las muestras evaluadas a 60 °C y 54 °C, respectivamente; sin embargo, para la presente investigación fue el valor obtenido a la temperatura de 54 °C, que fue de 10,36 %, la más óptima en lo que respecta a calidad del compost.

### **Calidad del compost evaluado con diferentes temperaturas y mejorado con ME**

Se realizaron los análisis finales de la calidad del compost en el laboratorio de Análisis Ambientales, validando los datos en el laboratorio del INIA, para ello se enviaron muestras de 50 g de compost maduro, después de haber estado

incubado por 7 días a diferentes temperaturas, para determinar sus características fisicoquímicas finales las cuales se encuentran en el anexo 6.

En la **tabla 22**, se observan los promedios de los resultados obtenidos en el laboratorio en donde se analizaron las muestras, los parámetros estudiados para determinar la calidad del compost fueron pH, conductividad eléctrica, humedad y relación C/N, estos parámetros fueron contrastados con los valores que proporciona la Norma Técnica Chilena 2880 (NCH2880) para el compost de clase A y el de clase B.

**Tabla 22. Evaluación de la calidad del compost**

| PARÁMETROS                     | T=43°C   | T=54°C   | T=60°C   | NORMA CHILENA NCH2880:2005 |         |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------------------------|---------|
|                                | PROMEDIO | PROMEDIO | PROMEDIO | CLASE A                    | CLASE B |
| Potencial de hidrogeno         | 7,02     | 7,19     | 7,96     | 5 - 8.5                    | 5 - 8.5 |
| Conductividad eléctrica (dS/m) | 4,47     | 3,6      | 2,19     | < 3                        | < 8     |
| Humedad (%)                    | 12,22    | 24,08    | 45,87    | 30-45                      | 30-45   |
| Relación C/N (%)               | 23,07    | 10,36    | 13,36    | ≤25                        | ≤30     |

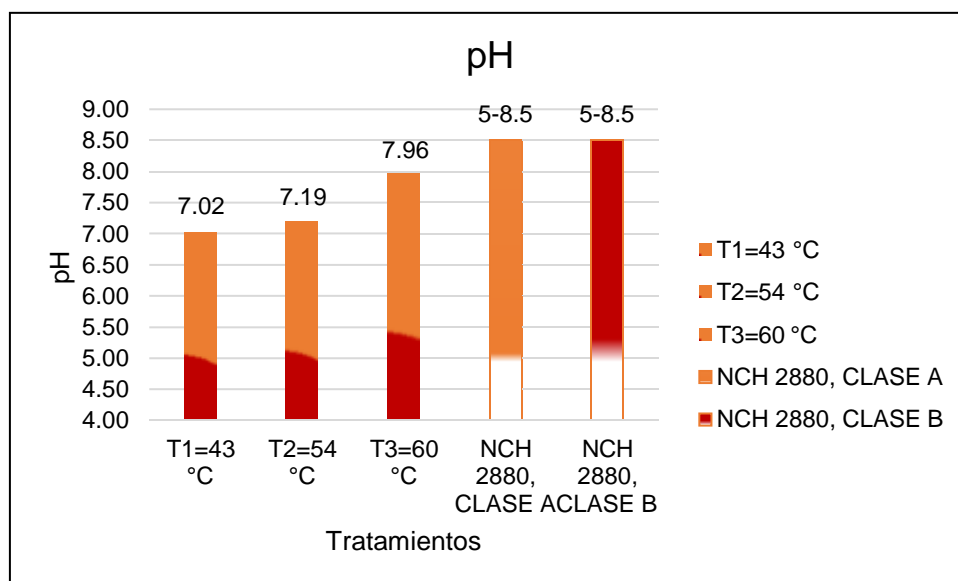
### Evaluación de los parámetros

#### Evaluación del pH

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de Análisis Ambientales se observó un valor de pH de 7,02 para la temperatura de 43 °C, un pH de 7,19 para la temperatura de 54 °C y un pH de 7,96 para la temperatura de 60 °C, de acuerdo a la comparación con el rango que se encuentra establecido en la NCH2880, que indica un rango de entre 5 a 8,5 de pH, tanto para el compost de clase A, como para el compost de clase B, se tendría que todos los tratamientos cumplen el requisito especificado por la norma, tal como se observa en la **tabla 23** y **figura 23**.

**Tabla 23. Comparación de los resultados de pH con la NCH 2880**

| PARÁMETRO | T=43°C | T=54°C | T=60°C | NCH2880 , CLASE A | NCH2880 , CLASE B |
|-----------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------|
| pH        | 7,02   | 7,19   | 7,96   | 5 - 8.5           | 5 - 8.5           |



**Figura 23. Comparación del pH**

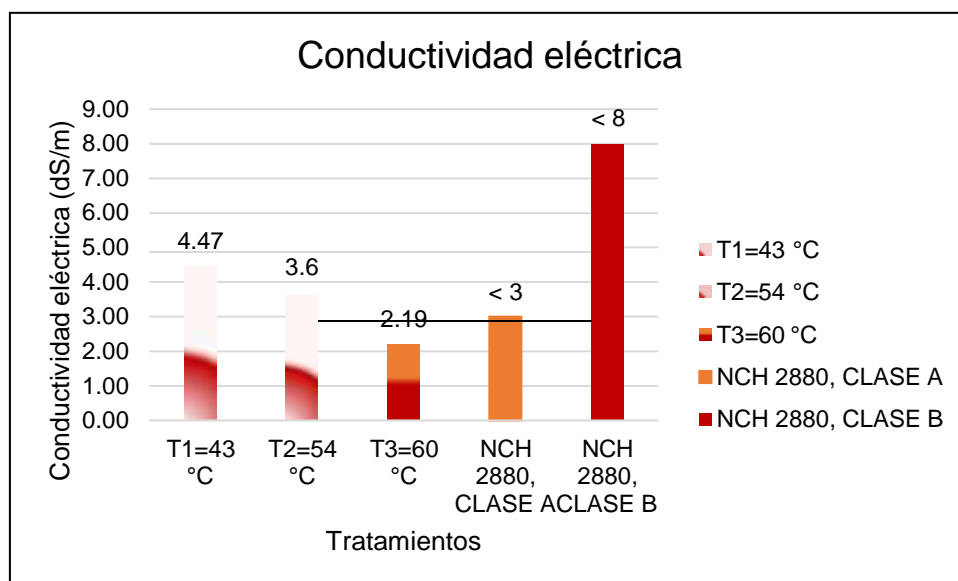
Según se muestra en la **figura 23**, las muestras tratadas a las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C, respecto al resultado de pH, se encuentran dentro de los valores establecidos por la NCH 2880, para ambas clases de compost (A y B).

#### **Evaluación de la conductividad eléctrica**

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de Análisis Ambientales, validando los datos en el laboratorio del INIA, se observó un valor de la conductividad eléctrica de 4,47 dS/m para la temperatura de 43 °C, 3,6 dS/m para la temperatura de 54 °C y 2,19 dS/m para la temperatura de 60 °C, de acuerdo a la comparación con el valor que se encuentra establecido en la NCH2880, que indica un rango de valor inferior a 3 dS/m para la clase A y un valor inferior a 8 dS/m para la clase B, se tendría que el tratamiento a 60 °C cumple con lo establecido para el compost clase A, mientras que todos los tratamientos cumplirían con lo establecido para el compost clase B, tal como se observa en la **tabla 24** y **figura 24**.

**Tabla 24. Comparación de los resultados de conductividad eléctrica con la NCH 2880**

| PARÁMETRO                      | T=43°C | T=54°C | T=60°C | NCH2880, CLASE A | NCH2880, CLASE B |
|--------------------------------|--------|--------|--------|------------------|------------------|
| Conductividad eléctrica (dS/m) | 4,47   | 3,6    | 2,19   | < 3              | < 8              |



**Figura 24. Comparación de la conductividad eléctrica**

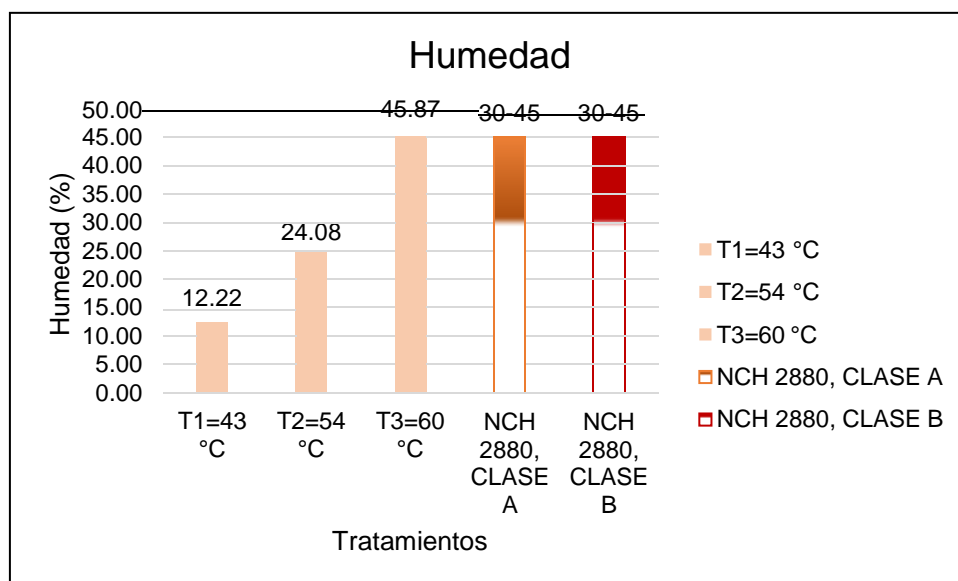
Según se muestra en la **figura 24**, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por la NCH 2880 para la clase B, mientras que el tratamiento a 60 °C es el único que cumple el valor para el compost clase A.

#### **Evaluación de la humedad**

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de Análisis Ambientales, validando los datos en el laboratorio del INIA, se observó un valor de la humedad de 12,22 % para la temperatura de 43 °C, 24,08 % para la temperatura de 54 °C y 45,87 % para la temperatura de 60 °C, de acuerdo a la comparación con el valor que se encuentra establecido en la NCH2880, que indica un rango de valor entre 30 % y 45 % para el compost de clase A y el compost de clase B para este parámetro, se tendría que ninguno de los tratamientos cumple con lo establecido por la normativa; sin embargo, el tratamiento a 60 °C es el que más se acerca al rango establecido para ambas clases de compost, tal como se observa en la **tabla 25** y **figura 25**.

**Tabla 25. Comparación de los resultados de humedad con la NCH 2880**

| PARÁMETRO   | T=43°C | T=54°C | T=60°C | NCH2880, CLASE A | NCH2880, CLASE B |
|-------------|--------|--------|--------|------------------|------------------|
| Humedad (%) | 12,22  | 24,08  | 45,87  | 30-45            | 30-45            |



**Figura 25. Comparación de la humedad**

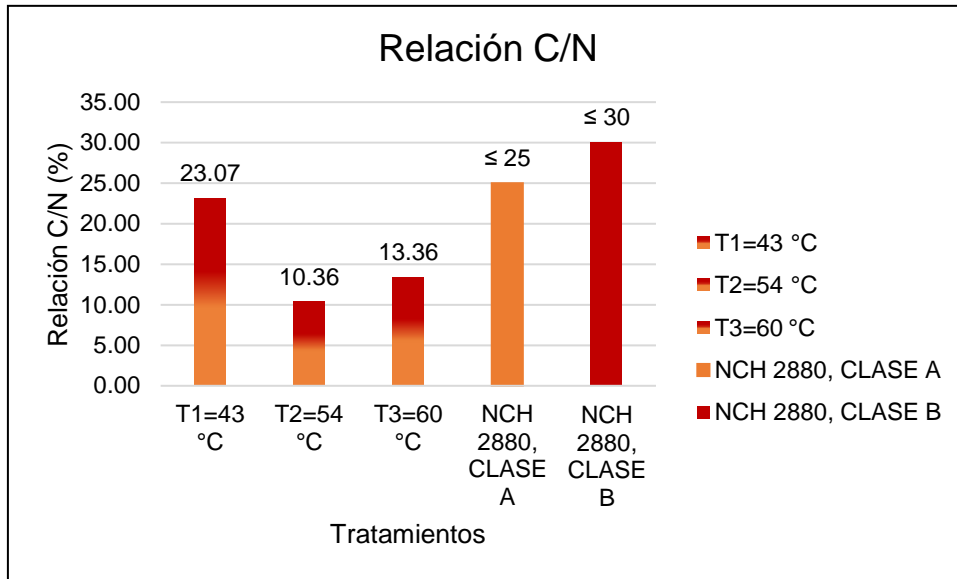
Según se muestra en la **figura 25**, el tratamiento realizado a una temperatura de 60 °C es el único que se acerca al rango establecido por la NCH 2880 para compost de clase A y clase B.

#### **Evaluación de la relación C/N**

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de Análisis Ambientales, validando los datos en el laboratorio del INIA, se observó un valor de la relación C/N de 23,07 % para la temperatura de 43 °C, 10,36 % para la temperatura de 54 °C y 13,36 % para la temperatura de 60 °C, de acuerdo a la comparación con el valor que se encuentra establecido en la NCH2880, que indica un rango de valor menor o igual al 25 % para el compost de clase A y un valor menor o igual al 30 % clase B para este parámetro, se tendría que todos los tratamientos aplicados a diferentes temperaturas cumplen con lo establecido por la norma, tal como se observa en la **tabla 26** y **figura 26**.

**Tabla 26. Comparación de los resultados de la relación C/N con la NCH 2880**

| PARÁMETRO        | T=43°C | T=54°C | T=60°C | NCH2880, CLASE A | NCH2880, CLASE B |
|------------------|--------|--------|--------|------------------|------------------|
| Relación C/N (%) | 23,07  | 10,36  | 13,36  | ≤25              | ≤30              |



**Figura 26. Comparación de la relación C/N**

Según se muestra en la **figura 26**, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por la NCH 2880 para el compost de clase A y clase B.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Respecto a la caracterización fisicoquímica de la mezcla de residuos sólidos orgánicos en la etapa mesofílica del proceso de compostaje**

Beteta Alvarado (2016), menciona que la evaluación inicial en la etapa mesofílica es favorable dado las condiciones iniciales del desarrollo de bacterias que empiezan el proceso de descomposición de residuos de fácil biodegradación, además también añade que la temperatura máxima que puede obtenerse en esta etapa inicial es de 40 °C, dicha información afirma que el valor inicial de temperatura de 39 °C obtenido en la presente investigación está dentro del rango establecido para un compost en etapa mesofílica.

Cabrera Córdova (2016), manifestó que la temperatura de los residuos en esta fase debe de estar en un rango de 15 °C a 40 °C, siendo este factor el que mayor influencia tiene sobre los otros parámetros, además el pH debe ser inferior al neutro, ya que en esta etapa se producen aminoácidos, disminuyendo la acción metabólica en la materia orgánica por parte de los microorganismos; en la presente investigación al obtener un valor inicial de pH de 6,7, se puede afirmar que se encuentra en un valor inferior al neutro.

Respecto a la relación de C/N, se obtuvo en la investigación un valor inicial de 24 %, Jaramillo Henao y Zapata Márquez (2008), manifestaron que el valor inicial de la relación C/N debe estar en un rango de 20 a 35, dado que si se tiene valores muy elevados se presenta una disminución de la actividad biológica, dado la poca biodegradabilidad de la materia orgánica.

### **Respecto a la temperatura en el proceso de compostaje**

Se realizó un compostaje isotérmico, donde se trabajó el proceso a temperaturas constantes de 43 °C, 54 °C y 60 °C por un periodo de 7 días, usando microorganismos eficaces que mejoraron el proceso obteniendo mejores resultados para la calidad final del compost, según menciona Finstein, Miller y Strom (1986) este factor es determinante en la eficiencia del compostaje, dada su influencia en la actividad y diversidad de los microorganismos, además considera que la temperatura de 60 °C es la más óptima para este proceso, ya que permite una mayor actividad microbiana del compost. Castillo Huaman (2020), respecto a la temperatura también indica que una temperatura superior



a los 55 °C favorece la sanidad del proceso, no siendo indispensable ya que entre un rango de 45 °C a 50 °C se tiene una mejor velocidad de descomposición.

Los residuos sólidos inicialmente estuvieron por un periodo de 5 días en etapa mesofílica, donde se tuvo degradación de compuestos muy fáciles de biodegradar, al pasar a la etapa termofílica es que se aplicó la dosis de microorganismos eficaces y se incubó a temperatura constante por el periodo de 7 días, este proceso mantiene niveles altos de la actividad microbiana, siendo favorecidas por los microorganismos eficaces, además que para las temperaturas de 54 °C y 60 °C promueve la mayor biodegradación de la materia orgánica, mientras que para la temperatura de 43 °C no se logra tales resultados significativos debido a una menor actividad, dicho comportamiento fue investigado por (Miyatake y Iwabuchi, 2006).

En la investigación de Song y Liu (2016), la temperatura del proceso de compostaje aplicando microorganismos eficaces fue controlado entre los 20 °C y 60 °C, siendo estos valores similares a los aplicados en la presente investigación, afirmando que se produce una aceleración en la estabilización del compost al aplicar microorganismos eficaces, viéndose favorecido el proceso al lograr una mayor temperatura de degradación de residuos.

La máxima temperatura que se aplicó en la investigación fue de 60 °C, lográndose como resultados un compost que presentó buenos parámetros de calidad, siendo el pH de 7,96, la conductividad eléctrica de 2,19 dS/m, humedad de 45,87 % y relación C/N de 13,36 %, que demostraron la calidad del compost, similares resultados se encontraron en la investigación de Nanyuli, Omuterema y Muyekho (2018), quienes indicaron una aceleración en la velocidad de descomposición de la materia orgánica al llegar a la temperatura de 60 °C en un proceso que mezcló el biochar y los ME, obteniendo resultados favorables en términos de calidad de compost.

Los valores de los parámetros de calidad del compost que se obtuvieron a la temperatura de 54 °C fueron de 7,19 para el pH, 3,6 dS/m para la conductividad eléctrica, 24,08 % para la humedad y 10,36 % para la relación C/N, García Pérez (2018), en su investigación evaluó la calidad de compost usando ME, para su tercer tratamiento logró una temperatura máxima de 56 °C, dato similar al

aplicado en la presente investigación, teniendo como parámetros de compost finales de 59 % de porcentaje de humedad, 7,31 de pH y conductividad eléctrica de 10, 15 dS/m.

La mínima temperatura evaluada fue a 43 °C, obteniéndose los valores de 7, 02 para el pH, 4,47 dS/m para la conductividad eléctrica, 12,22 % para la humedad y 23,07 % para la relación C/N, similares resultados en lo que respecta a los parámetros de pH y conductividad eléctrica fueron obtenidos por Fan et al. (2018), quienes llegaron a una máxima temperatura del proceso de compostaje de 44 °C, obteniendo un valor de pH de 7 y conductividad eléctrica de 2 dS/m.

### **Respecto a la calidad del compost**

La calidad del compost fue evaluada en base a los parámetros de pH, conductividad eléctrica, humedad y relación C/N de los tratamientos aplicados a diferentes temperaturas y usando microorganismos eficaces, en la tabla 22 se presentaron los valores obtenidos de cada parámetro en función de la temperatura de evaluación, estos resultados se contrastaron con la Norma Técnica Chilena 2880 del año 2005, dado que en nuestro país no se cuenta con una normativa vigente para evaluar la calidad del compost, se evalúan dos clases para clasificar el compost, siendo la clase A, un compost que presenta altos niveles de calidad, mientras que el compost de clase B, presenta un nivel de calidad intermedio (Instituto Nacional de Normalización de Chile, 2005).

Con respecto al pH, los valores obtenidos para la evaluación a las tres temperaturas se muestran en la tabla 23, teniendo estos valores un comportamiento ascendente al incrementarse la temperatura, un similar comportamiento y valores se obtuvieron por Curipallo (2011), quien obtuvo valores de pH que fueron desde 7,1; 7,4 y la más elevada que fue 8,35; además en su investigación sugiere que los valores de pH neutros hacen un medio favorable para la proliferación de microorganismos.

Respecto a la evaluación respecto a la NCH 2880, según se muestra en la figura 23, los tratamientos evaluados a las tres temperaturas diferentes, están dentro del rango establecido de pH para clase A, como para clase B, que presentan un rango de 5 a 8,5, por ende, se estaría cumpliendo los valores que aseguran que el compost obtenido presenta una óptima calidad.

Con respecto a la conductividad eléctrica, los valores obtenidos para la evaluación a las tres temperaturas se muestran en la tabla 24, según estos datos se observa que la conductividad eléctrica para la evaluación a las temperaturas de 43 °C y 54 °C superan los límites establecidos por la NCH 2880 de clase A (< 3); sin embargo, los resultados obtenidos por los tres tratamientos no superan el límite para el compost de clase B (< 8). Similares resultados se obtuvieron por Castillo Huaman (2020), quién logró una temperatura superior a los 50 °C obteniendo como valores de conductividad eléctrica en un rango de 3,01 dS/m a 3,97 dS/m, valores que también están dentro de los parámetros del compost de la clase B.

De acuerdo a Sánchez Monedero, Roig y Bernal (2001), la disminución de este parámetro en el proceso de compostaje se debe principalmente a algún fenómeno de lixiviación producido en la masa, que puede ser provocado por un exceso de humectación del compost; mientras que si se observa un incremento en este parámetro se debe principalmente al proceso de mineralización de los elementos orgánicos, suceso que provoca el incremento en la concentración de los nutrientes.

Con respecto a la humedad, los valores obtenidos para la evaluación a las tres temperaturas se muestran en la tabla 25, se puede observar que ninguno de los tratamientos se encuentra dentro del rango establecido por la NCH 2880 para clase A y clase B, que establece un valor de 30 % a 45 %, siendo el tratamiento evaluado a 60 °C el que más se acerca al valor de 45 %, en la investigación de Ludeña Pereira (2019), también se presentan valores que no se encuentran en los límites establecidos por la norma, teniendo valores de humedad superiores a 45 %; sin embargo, autores como Jaramillo Henao y Zapata Márquez (2008), mencionan que un rango óptimo de humedad debe estar entre un 40 % a 60 %, indicando que una humedad baja provoca una disminución en la actividad microbiana, retardando el proceso; mientras que, una humedad muy elevada tampoco es factible debido a que corre el riesgo de que el proceso se vuelva anaerobio.

Con respecto a la relación C/N, los valores obtenidos para la evaluación a las tres temperaturas se muestran en la tabla 26, se puede observar que, para los

tres casos, los valores están dentro de lo establecido por la NCH 2880 tanto de clase A como de clase B, estando dentro del rango menor o igual a 25, además de acuerdo a Rodríguez Figueroa (2016), una relación de C/N por debajo de 15 ya es considerado como un compost maduro, pero un valor por debajo de 12 favorece aún más la calidad del compost; también menciona que las bajas relaciones de C/N producen la volatilización de amoníaco, provocando pérdidas de nitrógeno además de malos olores.

De acuerdo a la FAO (2013), en lo que respecta a la relación C/N, menciona que un óptimo rango para este parámetro estaría entre 15 a 35, dado que la relación C/N afecta tanto a la reproducción de microorganismos como al crecimiento de estos.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó el efecto de las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C sobre la calidad de compost usando una dosis de 1,15 mL de ME, los resultados se presentan de acuerdo a cada parámetro evaluado y respecto a la NCH 2880, obteniendo un valor de pH óptimo de 7,02 con la temperatura de 43 °C, el mejor valor de conductividad eléctrica de 2,19 dS/m y de humedad con 45,87 % se obtuvo a la temperatura de 60 °C y el mejor valor de relación C/N de 10,36 % se obtuvo a la temperatura de 54 °C, afirmando la hipótesis planteada de lograr una mejor calidad del compost con una mayor temperatura de 60 °C.
2. Las características fisicoquímicas de la mezcla de residuos sólidos orgánicos identificados y evaluados en la etapa mesofílica a los 5 días fue de 6,7 para el pH, 2,20 dS/m para la conductividad eléctrica, 59 % de humedad, 24 % de relación C/N y una temperatura inicial de 39 °C.
3. Se evaluaron las temperaturas de 43 °C, 54 °C y 60 °C para la calidad del compost de residuos sólidos orgánicos mejorado con microorganismos eficaces, la temperatura que mostró mejores resultados en lo que respecta a calidad de compost de acuerdo a la NCH 2880 para compost clase A fue la muestra evaluada a 60 °C, cuyos valores obtenidos de pH, conductividad eléctrica, humedad y relación C/N fueron de 7,96, 2,19 dS/m, 45,87 % y 13,36 % respectivamente, afirmando la hipótesis planteada que a mayor temperatura mejora la calidad del compost en el menor tiempo, el cual fue de 7 días.
4. Las características finales del compost se determinaron en función de la variación de la temperatura, los resultados se basaron en los parámetros obtenidos de pH, conductividad eléctrica, humedad y relación C/N, para la temperatura de 43 °C los valores fueron de 7,02, 4,47 dS/m, 12,22 % y 23,07 % respectivamente, para la temperatura de 54 °C los valores fueron de 7,19, 3,6 dS/m, 24,08 % y 10,36 % respectivamente, finalmente para la temperatura de 60 °C los valores fueron de 7,96, 2,19 dS/m, 45,87 % y 13,36 % respectivamente, afirmando que las características finales del compost mejorado con microorganismos eficaces muestra valores óptimos en términos de calidad para su uso como abono natural, al obtener resultados dentro de lo establecido para compost de clase A y B.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Evaluar la dosis de los microorganismos eficaces para determinar el resultado final de la calidad del compost respecto a la variación de temperatura.

Investigar sobre los tipos de RSO y el tipo de estiércol usados para la producción del compost, para determinar cuál de ellos tiene mayor contenido de minerales.

Realizar un análisis microbiológico al finalizar los tratamientos para evaluar las características de los microorganismos.

Establecer los parámetros de comparación con otra normativa, como por ejemplo la FAO, para determinar cuál de ellas se adecua mejor a la investigación.

Diseñar un sistema de residuos sólidos orgánicos que incluya la elaboración de compost, con los parámetros e información estipulada en la presente investigación.

## REFERENCIAS

- ABDELGHANI, A.A., Environmental Health Engineering in the Tropics, an Introductory Text. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1983. ISSN 0002-9637. DOI 10.4269/ajtmh.1983.32.1470.
- AMINAH, Siti, MUTTALIB, Ab, NORKHADIJAH, Sharifah, ISMAIL, Syed y PRAVEENA, Sarva Mangala, Application of Effective Microorganism (EM) in Food Waste Composting : A review Application of Effective Microorganism (EM) in Food Waste Composting : A review. *Environmental and Occupational Health Journal*, vol. 2, no. April, pp. 37-47. 2016.
- AZIM, K., SOUDI, B., BOUKHARI, S., PERISSOL, C., ROUSSOS, S. y THAMI ALAMI, I., Composting parameters and compost quality: a literature review. *Organic Agriculture*, vol. 8, no. 2, pp. 141-158. 2018. ISSN 18794246. DOI 10.1007/s13165-017-0180-z.
- BETETA ALVARADO, Victor Manuel, Reactividad del Compost producido a partir de residuos sólidos urbanos de las municipalidades de Leoncio Prado, Concepción y José Crespo y Castillo. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*, 2016.
- CABRERA CÓRDOVA, Victor, Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. *Universidad Nacional Agraria La Molina* [en línea], pp. 1-91. 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2251>.
- CASTILLO HUAMAN, Lady Cely, Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismos eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019. *Universidad Continental*, pp. 91. 2020.
- CRITES, Ronald W. y TCHOBANOGLIOUS, George, Discussion of: Nitrogen removal in experimental wetland treatment systems: evidence for the role of aquatic plants , K. H. Rogers et al., 63 , 934 (1991). . *Water Environment Research*, 1992. ISSN 1061-4303. DOI 10.2175/wer.64.7.11.
- CURIPALLO, L., Caracterización e identificación preliminar de bacterias responsables de la descomposición de materia orgánica durante la

- fabricación de compost. *Universidad Técnica de Ambato*, pp. 161. 2011.
- EGODAWATTA, W.C.P., SANGAKKARA, U.R. y STAMP, P., Impact of green manure and mineral fertilizer inputs on soil organic matter and crop productivity in a sloping landscape of Sri Lanka. *Field Crops Research*, 2012. ISSN 03784290. DOI 10.1016/j.fcr.2012.01.010.
- EL-HAGGAR, Salah M., Sustainability of Municipal Solid Waste Management. *Sustainable Industrial Design and Waste Management*, pp. 149-196. 2007. DOI 10.1016/b978-012373623-9/50007-1.
- FAN, Yee Van, LEE, Chew Tin, KLEMEŠ, Jiří Jaromír, CHUA, Lee Suan, SARMIDI, Mohamad Roji y LEOW, Chee Woh, Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Environmental Management*, vol. 216, pp. 41-48. 2018. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2017.04.019.
- FAO, Manual de compostaje del agricultor, experiencias en Latinoamérica. *Food and Agriculture Organization*, pp. 112. 2013.
- FINSTEIN, M.S., MILLER, F.C. y STROM, P.F., Waste Treatment Composting as a Controlled System. *Biotechnology*, vol. 8, pp. 363–398. 1986.
- FRONTI, Sans, Chapter 7 Solid waste management. , pp. 105-120. 1994.
- GARCÍA PÉREZ, Francis, 2018. *Calidad y tiempo de obtención del compost aplicando microorganismos eficientes en la Universidad Cesar Vallejo, filial-Chiclayo*. S.l.: Universidad César vallejo.
- GULBRANDSEN, Magnus, Are the concepts basic research, applied research and experimental development still useful? An empirical investigation among Norwegian academics. , no. June 2010. 2014. DOI 10.3152/030234210X501171.
- HERNANDEZ, Roberto Sampieri, FERNANDEZ, Carlos Collado y BAPTISTA, Pilar Lucio, *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n., 2014. ISBN 9781456223960.
- HIGA, Teruo y PARR, James, 1994. BENEFICIAL AND EFFECTIVE MICROORGANISMS FOR A SUSTAINABLE AGRICULTURE AND



ENVIRONMENT. *INTERNATIONAL NATURE FFARMING RESEARCH CENTER ATAMI, JAPAN.*

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE CHILE, 2005. *Compost - Clasificación y requisitos.* 2005. S.l.: s.n.

JARAMILLO HENAO, Gladys y ZAPATA MÁRQUÉZ, Liliana María, Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. *Universidad de Antioquía*, 2008.

JAVOID, Arshad, 2010. Beneficial Microorganisms for Sustainable Agriculture. . S.l.: s.n.,

JUSOH CHE, Mohd Lokman, MANAF ABD, Latifah y LATIFF ABDUL, Puziah, Composting of rice straw with effective microorganisms (EM) and its influence on compost quality. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 1-9. 2013. ISSN 2052336X.

LÓPEZ ROBLES, Javier y RAD, Carlos, Determinación Del Contenido De Materia Orgánica en Suelos. *Ubucomp*, pp. 1-7. 2009.

LUDEÑA PEREIRA, Mariela Jhoseline, 2019. *Efecto de los Microorganismos Eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito José Gálves.* S.l.: Universidad Nacional de Cajamarca.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2018. SIGERSOL 2018 – DGRS MINAM. *SIGERSOL 2018 – DGRS MINAM* [en línea]. Disponible en: <http://sigersol.minam.gob.pe/>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2020a. *Actividad 3: Cuantificar los Residuos Sólidos Municipales ( RSM ).* 2020. S.l.: s.n.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2020b. D.L. N° 1501. *El Peruano.* 2020. pp. 5-10.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2020c. *Taller para el cumplimiento de la Meta 3. Implementación de un SIGRS* [en línea]. 2020. S.l.: s.n. Disponible en: [https://www.fega.es/sites/default/files/imported/PwfGcp/imagenes/es/Fega\\_Manual\\_Arbolad.pdf](https://www.fega.es/sites/default/files/imported/PwfGcp/imagenes/es/Fega_Manual_Arbolad.pdf).

- MIYATAKE, Fumihito y IWABUCHI, Kazunori, Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Bioresource Technology*, vol. 97, no. 7, pp. 961-965. 2006. ISSN 09608524. DOI 10.1016/j.biortech.2005.04.035.
- NANYULI, Inviolata, OMUTEREMA, Stanley y MUYEKHO, Francis N., The Effects of EM (Effective Microorganisms) and Biochar on the Rate of Decomposition and the Nutrient Content of the Compost Manure Produced from the Locally Available Materials during Composting in Kakamega Central Sub County Kenya. *Journal of Horticulture and Plant Research*, vol. 4, pp. 33-47. 2018. DOI 10.18052/www.scipress.com/jhpr.4.33.
- NCUBE, N.S., AFOLAYAN, A.J. y OKOH, A.I., 2008. *Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: Current methods and future trends*. 2008. S.l.: s.n.
- OLLE, M. y WILLIAMS, I.H., Effective microorganisms and their influence on vegetable production - A review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, vol. 88, no. 4, pp. 380-386. 2013. ISSN 14620316. DOI 10.1080/14620316.2013.11512979.
- RAFAEL ÁVILA, Maria Del Pilar, 2015. *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3511>.
- RODRIGUEZ FIGUEROA, Yurico Victoria, Elaboración y evaluación de compost a partir de la inoculación de tres fuentes de ME sobre RSO de la ciudad de Aucayacu, distrito de José Crespo y Castillo. *Universidad nacional agraria de la selva*, 2016.
- SÁNCHEZ MONEDERO, M..., ROIG, A. y BERNAL, M.P. 2001., Nitrogen transformation during organic waste composting by the ruterger system and its efectcts on pH, Ec and maturity oh the composting mixturi. *Biores Technol*, pp. 301-308. 2001.
- SONG, Yang y LIU, Hui Ling, Accelerated stabilization of landfill in a high-latitude

area by EM and a risk assessment to human health. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, vol. 9, no. 2, pp. 5218-5227. 2016. ISSN 19405901.

VARGAS CLEMENTE, Ytavclerh, 2017. *Calidad De Compost Producidos a Partir De Residuos Solidos Organicos En El Centro De Proteccion Ambiental «Santa Cruz», Ciudad De Concepcion* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4145%0Ahttp://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4145/YtavclerhVargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

W. MWEGOHA, Anaerobic composting of pyrethrum waste with and without effective microorganisms. *African Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 6, no. 8, pp. 293-299. 2012. DOI 10.5897/ajest12.030.


WISNER, B. & ADAMS, J., Environmental Health in Emergencies and Disasters. *Chapter 5 - Recovery and sustainable development*, 1991.

ZAKARYA, Irnis Azura, KHALIB, Siti Noor Baya y MOHD RAMZI, Norhasykin, Effect of pH, temperature and moisture content during composting of rice straw burning at different temperature with food waste and effective microorganisms. *E3S Web of Conferences*, vol. 34, no. January 2019. 2018. ISSN 22671242. DOI 10.1051/e3sconf/20183402019.

## Anexo N° 1. Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLES   | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES  | INDICADORES             | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|--|--|-------------------------|--------------------|
| <b>Variable Independiente:</b><br><br>Temperatura de compostaje | La actividad de las bacterias y otros microorganismos produce calor al descomponer (oxidar) el material orgánico. El rango de temperatura ideal dentro del compost para que sea eficiente varía de 32 °C a 60 °C Si la temperatura está fuera de este rango, la actividad de los microorganismos se ralentiza o puede destruirse (El-Haggar, 2007). | Se recolectarán los RRSSOO del mercado, para luego determinar sus características iniciales, después se procede a la preparación del compost donde se variará la temperatura y aplicará una dosis única de ME. | Característica inicial de RRSSOO                               | Humedad                 | %                  |
|   |   |  |  | pH                      | Ácido/base         |
|   |   |  |  | Temperatura             | °C                 |
|   |   |  |  | Conductividad eléctrica | dS/m               |
|   |   |  | Preparación del compost variando la temperatura y aplicando ME | T1                      | °C                 |
|   |   |  |  | T2                      | °C                 |
|   |   |  |  | T3                      | °C                 |
|   |   |  |  | ME                      | mL                 |
| <b>Variable dependiente:</b><br><br>Calidad del compost         | Los compost preparados a partir de diferentes desechos orgánicos difieren en su calidad y estabilidad, lo que depende además de la composición de la materia prima utilizada para la producción de compost. La calidad del compost está entonces estrechamente relacionada con su estabilidad y madurez (Azim et al., 2018)                         | Una vez preparado el compost, se determina cuál de las tres muestras de compost presentan mayor calidad.   | Características finales del compost                            | Humedad                 | %                  |
|   |   |  |  | pH                      | Ácido/base         |
|   |   |  |  | Temperatura             | °C                 |
|   |   |  |  | Conductividad eléctrica | dS/m               |
|   |   |  |  | Relación C/N            | %                  |

## Anexo N° 4. Instrumentos

|   |  |
|---|--|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | <b>FICHA N° 01: Ficha de ubicación de recolección de RRSOO</b>   |
| Título  | Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico |
| Línea de investigación  | Tratamiento y Gestión de Residuos  |
| Investigadores  | <i>Jurado Pareja, Estefania</i>  |
| Dirección   | Mercado de Huamancaca Chico  |
| Distrito  | Huamancaca Chico   |
| Provincia   | Chupaca  |
| Departamento  | Junin  |
| Coordenadas   |  |

Atentamente,




Firma del experto  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 Teléfono: .....  
 DNI: 06447308



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 CIP: 43444  
 Teléfono: 994552085



CÉSAR GONZALES BENTES ALVARO  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CIP N° 71990

|   |  |          |             |                                   |
|---|--|----------|-------------|-----------------------------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | <b>FICHA N° 02: Ficha de toma de muestra del mercado de Huamancaca Chico</b>   |          |             |                                   |
| Título  | Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico |          |             |                                   |
| Línea de investigación  | Tratamiento y Gestión de Residuos  |          |             |                                   |
| Investigadores  | <i>Jurado Pareja, Estefania</i>  |          |             |                                   |
| Muestra /Indicadores  | Tipo de residuo orgánico vegetal   |          |             | Peso del residuo orgánico vegetal |
|   | Frutas   | Verduras | Ramas secas | g                                 |
| 1   |  |          |             |                                   |
| 2   |  |          |             |                                   |
| 3   |  |          |             |                                   |

Atentamente,





Firma del experto  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
CIP: .....  
Teléfono: .....  
DNI: 08447308



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
CIP:43444  
Teléfono: 994552085



ROGER GONZALEZ BENITES ALVARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 7196

|   |  |                 |                  |                                |              |
|---|--|-----------------|------------------|--------------------------------|--------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | <b>FICHA N° 03: Caracterización fisicoquímica inicial del compost en la etapa mesofílica (Instrumento de validación)</b>                                     |                 |                  |                                |              |
| Titulo  | Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico |                 |                  |                                |              |
| Línea de investigación  | Tratamiento y Gestión de Residuos  |                 |                  |                                |              |
| Investigadores  | <i>Jurado Pareja, Estefania</i>  |                 |                  |                                |              |
| Laboratorio   |  |                 |                  |                                |              |
| Muestra /Indicadores  | Humedad (%)  | pH (ácido/base) | Temperatura (°C) | Conductividad Eléctrica (dS/m) | Relación C/N |
| 1   |  |                 |                  |                                |              |

Atentamente,




Pinna del experto  
Juan Pablo Ordoñez Galvez  
Teléfono: .....  
DNI: 08447308



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
CIP: 43444  
Teléfono: 994552085



ROBERTO GONZALES BENTES ALVARO  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP N° 7196

|   |  |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |
|---|--|--------------------------|--------------------------------------|---------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------|----------------------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | <b>FICHA N° 04: Proceso de compostaje (Instrumento de validación)</b>  |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |
| <b>Título</b>   | Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |
| <b>Línea de investigación</b>   | Tratamiento y Gestión de Residuos  |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |
| <b>Investigadores</b>   | <i>Jurado Pareja, Estefania</i>  |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |
| <b>Laboratorio</b>  |  |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |
| <b>Muestra /Indicadores</b>   | Temperatura 1  |                          |                                      |         |                            | Temperatura 2            |                          |                                      |         |                            | Temperatura 3            |                          |                                      |         |                            |
|   | Melaza de caña de azúcar   | Microorganismos eficaces | Mezcla de residuos sólidos orgánicos | Aserrín | Estiércol de ganado vacuno | Melaza de caña de azúcar | Microorganismos eficaces | Mezcla de residuos sólidos orgánicos | Aserrín | Estiércol de ganado vacuno | Melaza de caña de azúcar | Microorganismos eficaces | Mezcla de residuos sólidos orgánicos | Aserrín | Estiércol de ganado vacuno |
|   | mL   | mL                       | g                                    | g       | g                          | mL                       | mL                       | g                                    | g       | g                          | mL                       | mL                       | g                                    | G       | g                          |
| 1   |  |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |                          |                          |                                      |         |                            |

Atentamente,




Firma del experto  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
Teléfono: .....  
DNI: 08447308




Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
CIP: 43444  
Teléfono: 994552085



CESAR GONZALES BENTES ALFARO  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP N° 7196



|   |  |                 |                  |                                |              |
|---|--|-----------------|------------------|--------------------------------|--------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | <b>FICHA N° 05: Caracterización fisicoquímica final del compost (Instrumento de validación)</b>  |                 |                  |                                |              |
| Titulo  | Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico |                 |                  |                                |              |
| Línea de investigación  | Tratamiento y Gestión de Residuos  |                 |                  |                                |              |
| Investigadores  | <i>Jurado Pareja, Estefania</i>  |                 |                  |                                |              |
| Laboratorio   |  |                 |                  |                                |              |
| Muestra /Indicadores  | Humedad (%)  | pH (ácido/base) | Temperatura (°C) | Conductividad Eléctrica (dS/m) | Relación C/N |
| 1   |  |                 |                  |                                |              |
| 2   |  |                 |                  |                                |              |
| 3   |  |                 |                  |                                |              |

Atentamente,




Pirma del experto  
Julio Ordoñez Galvez  
Teléfono: .....  
DNI: 08447308



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
CIP: 43444  
Teléfono: 994552085



ROGER GONZALES BENITES ALVARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 7196

## Anexo N° 5. Validación de instrumentos



### **SOLICITUD:**

Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: ORDOÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO

Yo Jurado Pareja, Estefania, identificado alumno(a) de la EAP de Ingeniería ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el proyecto de investigación que vengo elaborando titulada: "Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

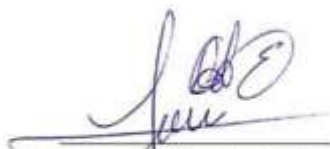
- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 27 de enero del

2021



Estefania Jurado Pareja

D.N.I. 47583013

ORCID: 0000-0002-8205-5683

### Validación de instrumentos

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo Ambiental  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación de residuos solidos organicos**  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| ----- |

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 06447308

### Validación de instrumentos

#### V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio  
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo Ambiental  
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Toma de muestra en el mercado**  
 1.10. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| _____ |

#### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

### Validación de instrumentos

#### IX. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio  
 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.13. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo Ambiental  
 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del compost inicial**  
 1.15. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefanía**

#### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| ----- |

#### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

### Validación de instrumentos

#### XIII. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio  
 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.18. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo Ambiental  
 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Proceso de compostaje**  
 1.20. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| ----- |

#### XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447306



### Validación de instrumentos

#### XVII. DATOS GENERALES

- 1.21. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio  
 1.22. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.23. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo Ambiental  
 1.24. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del compost inicial**  
 1.25. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### XVIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si  
 -----

#### XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

Estefania Jurado Pareja  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 06447308

**SOLICITUD:**  
Validación de  
instrumento de  
recojo de  
información.

Sr.: JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO

Yo Jurado Pareja, Estefania, identificado alumno(a) de la EAP de Ingeniería ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el proyecto de investigación que vengo elaborando titulada: "Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:  
A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 27 de enero del  
2021

  
Estefania Jurado Pareja  
D.N.I. 47583013  
ORCID: 0000-0002-8205-5683



### Validación de instrumentos

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación de residuos sólidos orgánicos**  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| Si    |
| ----- |

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

|     |
|-----|
| 90% |
|-----|

Huancayo, 20 de enero de 2021



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 CIP:43444  
 Teléfono: 994552085

**Validación de instrumentos**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.6. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Toma de muestra en el mercado**  
 1.10. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

|       |
|-------|
| SI    |
| ----- |

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

|     |
|-----|
| 90% |
|-----|

Huancayo, 20 de enero de 2021



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 CIP:43444  
 Teléfono: 994552085

**Validación de instrumentos**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.11. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.13. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del compost inicial**  
 1.15. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

|       |
|-------|
| SI    |
| ----- |

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

|     |
|-----|
| 90% |
|-----|

Huancayo, 20 de enero de 2021



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 CIP:43444  
 Teléfono: 994552085

**Validación de instrumentos**
**I. DATOS GENERALES**

- 1.16. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge Leonardo  
 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.18. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Proceso de compostaje**  
 1.20. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

|       |
|-------|
| SI    |
| ----- |

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

|     |
|-----|
| 90% |
|-----|

Huancayo, 20 de enero de 2021



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 CIP:43444  
 Teléfono: 994552085

### Validación de instrumentos

#### I. DATOS GENERALES

- 1.21. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge Leonardo
- 1.22. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV
- 1.23. Especialidad o línea de investigación: Ambiental
- 1.24. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización del compost inicial
- 1.25. Autor(A) de instrumento: Jurado Pareja, Estefania

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| Si    |
| ----- |

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

|     |
|-----|
| 90% |
|-----|

Huancayo, 20 de enero de 2021



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
CIP:43444  
Teléfono: 994552085

**SOLICITUD:**  
Validación de  
instrumento de  
recojo de  
información.

Sr.: BENITES ALFARO, ELMER

Yo Jurado Pareja, Estefania, identificado alumno(a) de la EAP de Ingeniería ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el proyecto de investigación que vengo elaborando titulada: "Efecto de la Temperatura sobre la Calidad del Compost de Residuos Sólidos Orgánicos Mejorado con Microorganismos Eficaces en el Distrito de Huamancaca Chico", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:  
A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 27 de enero del  
2021

  
Estefania Jurado Pareja  
D.N.I. 47583013  
ORCID: 0000-0002-8205-5683



### Validación de instrumentos

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación de residuos solidos organicos**  
 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| ----- |

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

|     |
|-----|
| 90% |
|-----|

Huancayo, 20 de enero de 2021



**ELMER GONZALES BENITES ALFARO**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CP N° 17888

### Validación de instrumentos

#### V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer  
 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Toma de muestra en el mercado  
 1.10. Autor(A) de Instrumento: Jurado Pareja, Estefania

#### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| _____ |

#### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
**ELMER GONZALES BENITES ALFARO**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CP N° 11988



### Validación de instrumentos

#### IX. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer  
 1.12. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.13. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del compost inicial**  
 1.15. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| _____ |

#### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
**ELMER GONZALES BENITES ALFARO**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CP N° 17988

### Validación de instrumentos

#### XIII. DATOS GENERALES

- 1.16. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer  
 1.17. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.18. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.19. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Proceso de compostaje  
 1.20. Autor(A) de Instrumento: Jurado Pareja, Estefania

#### XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| _____ |

#### XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
 \_\_\_\_\_  
 ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CIP N° 7198

### Validación de instrumentos

#### XVII. DATOS GENERALES

- 1.21. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer  
 1.22. Cargo e institución donde labora: Docente de la UCV  
 1.23. Especialidad o línea de investigación: Ambiental  
 1.24. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización del compost inicial**  
 1.25. Autor(A) de Instrumento: **Jurado Pareja, Estefania**

#### XVIII. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### XIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

|       |
|-------|
| SI    |
| _____ |

#### XX. PROMEDIO DE VALORACIÓN

90%

Huancayo, 20 de enero de 2021

  
**ELMER GONZALES BENTES ALFARO**  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CP N° 17988

## Anexo N° 6. Certificado de análisis



### LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES

TÚ MEJOR OPCIÓN EN SOLUCIONES AMBIENTALES

---

#### INFORME DE ENSAYO N° 1-024-001/21

|  |   |
|--|---|
| <b>Solicitante</b>                         | : ESTEFANIA JURADO PAREJA   |
| <b>Domicilio legal</b>                     | : Sector Villa San Luis Pamplona Alta Mz. A-7 Lt.17.<br>Distrito de San Juan de Miraflores. |
| <b>Muestra(s) declarada(s)</b>             | : Compost en etapa mesófila.  |
| <b>Procedencia de la muestra</b>           | : Muestra proporcionada por el solicitante.<br>Huamancaca Chico Chupaca – Junín.            |
| <b>Cantidad de muestras para el Ensayo</b> | : 01 muestra x 500 mg.  |
| <b>Forma de Presentación</b>               | : Bolsa de plástico cerrado.  |
| <b>Fecha de recepción</b>                  | : 14/01/2021.   |
| <b>Fecha de inicio del ensayo</b>          | : 15/01/2021.   |
| <b>Fecha de término del ensayo</b>         | : 19/01/2021.   |
| <b>Fecha de emisión de informe</b>         | : 22/01/2021.   |

---

**ANÁLISIS DE FERTILIDAD:**

| ENSAYOS       | UNIDAD | RESULTADOS |
|---------------|--------|------------|
| pH            | -      | 6.7        |
| Temperatura   | °C     | 39.0       |
| Conductividad | dS/m   | 2.20       |
| Humedad       | %      | 59.0       |
| Relación C/N  | %      | 24.0       |

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

**MÉTODOS**  
 pH: NTC 5167 Potenciométrico.  
 Temperatura: (método interno del laboratorio).  
 Conductividad Eléctrica: NTC 5167 Conductímetro.  
 Humedad: NTC 5167 Gravimetría.  
 Relación C/N: Por Cálculo Matemático.

Huancayo, 22 de enero de 2021



**OBSERVACIONES**  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
 (\*\*) Validez del documento: Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.  
 \*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES.  
 \*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Oficina Principal  
 Jr. Santa Rosa N°1361 - El Tambo  
 T. (064) 413156/9478/9674/ 971718825  
 logistica@grupoahacc.com



## LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES

### TÚ MEJOR OPCIÓN EN SOLUCIONES AMBIENTALES

#### INFORME DE ENSAYO N° 1-046-001/21

**Solicitante** : ESTEFANIA JURADO PAREJA.  
**Domicilio legal** : Sector Villa San Luis Pampóna Alta Mz. A-7 Lt.17.  
Distrito de San Juan de Miraflores.  
**Muestra(s) declarada(s)** : Compost.  
**Procedencia de la muestra** : Muestra proporcionada por el solicitante.  
Huancaca Chico Chupaca – Junín.  
**Cantidad de muestras para el Ensayo** : 03 muestra x 500 kg.  
**Forma de Presentación** : Bolsa de plástico cerrado.  
**Fecha de recepción** : 22/01/2021.  
**Fecha de inicio del ensayo** : 22/01/2021.  
**Fecha de término del ensayo** : 26/01/2021.  
**Fecha de emisión de informe** : 29/01/2021.

#### ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

| ENSAYOS       | UNIDAD | RESULTADOS |       |       |
|---------------|--------|------------|-------|-------|
|               |        | E.01       | E.02  | E.03  |
| pH            | -      | 6.9        | 7.22  | 7.95  |
| Conductividad | dS/m   | 4.82       | 3.58  | 2.15  |
| Humedad       | %      | 12.57      | 24.21 | 45.8  |
| Relación C/N  | %      | 24.86      | 10.47 | 13.47 |

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: indicado por el cliente.
- El cliente renuncia al derecho de la dimensión.

#### MÉTODOS

pH: NTC 5167 Potenciométrico.  
Conductividad Eléctrica: NTC 5167 Conductímetro.  
Humedad: NTC 5167 Gravimetría.  
Relación C/N: Por Cálculo Matemático.

Huancayo, 29 de enero de 2021

#### OBSERVACIONES

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(\*) Validez del documento: Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

\*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES.

\*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Oficina Principal  
Jr. Santa Rosa N°1361 - El Tambo  
T. (054) 413156/947879674/ 971718825  
logistica@grupojhacc.com





## LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES

### TÚ MEJOR OPCIÓN EN SOLUCIONES AMBIENTALES

#### INFORME DE ENSAYO N° 1-056-002/21

|  |  |
|--|--|
| <b>Solicitante</b>                         | : ESTEFANIA JURADO PAREJA.   |
| <b>Domicilio legal</b>                     | : Sector Villa San Luis Pamplona Alta Mz. A-7 LL17<br>Distrito de San Juan de Miraflores |
| <b>Muestra(s) declarada(s)</b>             | : Compost.   |
| <b>Procedencia de la muestra</b>           | : Muestra proporcionada por el solicitante.<br>Huancaca Chico Chupeca – Junín.           |
| <b>Cantidad de muestras para el Ensayo</b> | : 03 muestra x 500 kg.   |
| <b>Forma de Presentación</b>               | : Bolsa de plástico cerrado.   |
| <b>Fecha de recepción</b>                  | : 01/02/2021.  |
| <b>Fecha de inicio del ensayo</b>          | : 02/02/2021.  |
| <b>Fecha de término del ensayo</b>         | : 05/02/2021.  |
| <b>Fecha de emisión de informe</b>         | : 09/02/2021.  |

#### ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

| ENSAYOS       | UNIDAD | RESULTADOS |       |       |
|---------------|--------|------------|-------|-------|
|               |        | E.04       | E.05  | E.06  |
| pH            | -      | 7.10       | 7.16  | 8.01  |
| Conductividad | dS/m   | 4.31       | 3.71  | 2.24  |
| Humedad       | %      | 12.09      | 24.05 | 46.10 |
| Relación C/N  | %      | 24.04      | 10.34 | 13.24 |

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- El cliente renuncia al derecho de la dimensión.

#### MÉTODOS

pH: NTC 5167 Potenciométrico.  
 Conductividad Eléctrica: NTC 5167 Conductímetro.  
 Humedad: NTC 5167 Gravimetría.  
 Relación C/N: Por Cálculo Matemático.

Huancayo, 09 de febrero de 2021

  
 INGENIERO Q<sup>1</sup>  
 CPN 1240

#### OBSERVACIONES

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
 (\*) Validez del documento: Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.  
 \*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES.  
 \*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Oficina Principal  
 Jr. Santa Rosa N°1303 - El Tambo  
 T. (064) 413156/947879674/ 971718825  
 logistica@grupojaacc.com



## LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES

### TÚ MEJOR OPCIÓN EN SOLUCIONES AMBIENTALES

#### INFORME DE ENSAYO N° 1-072-002/21

|  |  |
|--|--|
| <b>Solicitante</b>                         | : ESTEFANIA JURADO PAREJA  |
| <b>Domicilio legal</b>                     | : Sector Villa San Luis Pamplona Alta Mz. A-7 LL17<br>Distrito de San Juan de Miraflores |
| <b>Muestra(s) declarada(s)</b>             | : Compost.   |
| <b>Procedencia de la muestra</b>           | : Muestra proporcionada por el solicitante.<br>Huancanca Chico Chupaca – Junín.          |
| <b>Cantidad de muestras para el Ensayo</b> | : 03 muestra x 500 kg.   |
| <b>Forma de Presentación</b>               | : Bolsa de plástico cerrado.   |
| <b>Fecha de recepción</b>                  | : 11/02/2021.  |
| <b>Fecha de inicio del ensayo</b>          | : 12/02/2021.  |
| <b>Fecha de término del ensayo</b>         | : 16/02/2021.  |
| <b>Fecha de emisión de informe</b>         | : 19/02/2021.  |

#### ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

| ENSAYOS       | UNIDAD | RESULTADOS |       |       |
|---------------|--------|------------|-------|-------|
|               |        | E.07       | E.08  | E.09  |
| pH            | -      | 7.06       | 7.18  | 7.91  |
| Conductividad | dS/m   | 4.27       | 3.52  | 2.19  |
| Humedad       | %      | 12.01      | 23.99 | 45.7  |
| Relación C/N  | %      | 22.5       | 10.27 | 13.38 |

- Muestra Tomada por el cliente.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado por el cliente.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

#### MÉTODOS

pH: NTC 5167 Potenciométrico.  
 Conductividad Eléctrica: NTC 5167 Conductímetro.  
 Humedad: NTC 5167 Gravimetría.  
 Relación C/N: Por Cálculo Matemático.

Huancayo, 19 de febrero de 2021

  
 Estefanía Jurado Pareja  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES  
 C.R. N° 1242

#### OBSERVACIONES

- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
 (\*\*) Validez del documento: Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.  
 \*Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita del LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTALES.  
 \*Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Oficina Principal  
 Jr. Santa Rosa N°1361 - El Tambo  
 T. (064) 413156/94789674/ 971718825  
 logistica@grupo|hacc.com



**SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS**  
Teléfonos: 24-6206 y 24-7011

|        |                           |        |  |
|--------|---------------------------|--------|--|
| NOMBRE | LURADO PAREJA ESTEFANIA   |        |  |
| LUGAR  | HUAMANCACA HUANCAYO JUNIN | PREDIO |  |

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| 090 -2021                 | ENERO 2021        |
| NP Combustivo laboratorio | Fecha de análisis |

| RESULTADOS DE ANALISIS |       |       |        |              |      |         |     |      |                |
|------------------------|-------|-------|--------|--------------|------|---------|-----|------|----------------|
| 0,70                   | 41,38 | 10,44 | 152,00 | 0,00         | 0,07 | TEXTURA |     |      |                |
| pH                     | M.O   | P     | K      | Al           | N    | 74,4    | 7,7 | 18,0 | Tipo de suelo  |
|                        | (%)   | (ppm) | (ppm)  | (ppm/100 gr) | (%)  | (%)     | (%) | (%)  | Franco Arenoso |

| INTERPRETACION DE ANALISIS |           |   |                 |       |      |   |
|----------------------------|-----------|---|-----------------|-------|------|---|
| pH                         |           |   | BAJO            | MEDIO | ALTO |   |
| Fuertemente ácido          | < 5.5     |   | Nitrógeno (N)   | X     |      |   |
| Modestamente ácido         | 5.6 - 6.0 |   | Fósforo (P)     |       | X    |   |
| Ligeramente ácido          | 6.1 - 6.5 | X | Potasio (K)     |       | X    |   |
| Neutro                     | 7         |   | Al (ppm/100 gr) |       |      |   |
| Ligeramente alcalino       | 7.1 - 7.8 |   | M.O.(%)         |       |      | X |
| Modestamente alcalino      | 7.9 - 8.4 |   |                 |       |      |   |
| Fuertemente alcalino       | > 8.5     |   |                 |       |      |   |

| RECOMENDACIONES                            |                            |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|--|----------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------|-------------------------------|------------------|
| CULTIVO:                                   | NUTRIENTES:                | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|  |                            | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha            |
| FÓRMULA:                                   |                            |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|  | Fosfato diamónico (Kg/ha)  |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|  | Cloruro de potasio (Kg/ha) |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|  | Urea (Kg/ha)               |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
| Elementos                                  | ácido orgánico             |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|  | ácido compuesto (Kg/ha)    |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|  | ácido húmico               |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|  | ácido fólico               |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
|  | Óxido de zinc (Kg/ha)      |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |
| Observaciones y recomendaciones especiales |                            |       |                               |                  |       |                               |                  |       |                               |                  |

*[Handwritten signature and stamp]*





**SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS**  
Teléfonos: 24-6208 y 24-7011

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| NOMBRE | JURADO PAREJA ESTEFANIA   |
| LUGAR  | HUAMANCACA HUANCAYO JUNIN |
| PREDIO |                           |

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| 081-2021                | ENERO_2021        |
| N° Comisión laboratorio | Fecha de análisis |

| RESULTADOS DE ANALISIS |       |       |        |             |      |         |         |      |               |
|------------------------|-------|-------|--------|-------------|------|---------|---------|------|---------------|
| 6,90                   | 42,51 | 11,63 | 155,20 | 0,00        | 1,05 | TEXTURA |         |      |               |
| pH                     | M.O   | P     | K      | Al          | N    | 74,4    | 7,7     | 18,0 | Tipo de suelo |
|                        | (%)   | (ppm) | (ppm)  | (me/100 gr) | (%)  | arena   | arcilla | limo |               |
|                        |       |       |        |             |      |         |         |      | Fanco Arenoso |

| INTERPRETACION DE ANALISIS |           |   |  |                |       |      |
|----------------------------|-----------|---|--|----------------|-------|------|
| pH                         |           |   |  | BAJO           | MEDIO | ALTO |
| Fuertemente ácido          | < 5,5     |   |  | Nitrógeno (N)  |       | X    |
| Modestamente ácido         | 5,6 - 6,0 |   |  | Fósforo (P)    |       | X    |
| Ligeramente ácido          | 6,1 - 6,5 | X |  | Potasio (K)    |       | X    |
| Neutro                     | 7         |   |  | Al (me/100 gr) |       |      |
| Ligeramente alcalino       | 7,1 - 7,8 |   |  | M.O. (%)       |       | X    |
| Modestamente alcalino      | 7,9 - 8,4 |   |  |                |       |      |
| Fuertemente alcalino       | > 8,5     |   |  |                |       |      |

| RECOMENDACIONES                             |                                    |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|---|------------------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| CULTIVO:                                    |                                    |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| NUTRIENTES:                                 | N                                  |       |       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |       |       | K <sub>2</sub> O |       |       |
|   | Kg/ha                              | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha            | Kg/ha | Kg/ha |
| FÓRMULA :                                   |                                    |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Siembra                                     | Fertilizante diamónico (Kg/ha)     |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|   | Cloruro de potasio (Kg/ha)         |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|   | Urea (Kg/ha)                       |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|   | Materia orgánica inestable (Kg/ha) |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|   | Alcornoque                         |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|   | Quero de abo (Kg/ha)               |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Desarrollo                                  |                                    |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Alcornoque                                  |                                    |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Inicio de floración                         |                                    |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| En desarrollo                               | Acidos básicos                     |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Observaciones y recomendaciones adicionales |                                    |       |       |                               |       |       |                  |       |       |



**SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS**  
Teléfono: 24-8200 y 24-7011

|        |                           |        |  |
|--------|---------------------------|--------|--|
| NOMBRE | JURADO PAREJA ESTEFANA    |        |  |
| LUGAR  | HUAMANCACA HUANCAYO JUNIN | PRECIO |  |

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| 062-2021                   | EMERO 2021        |
| IP Correlativo laboratorio | Fecha de análisis |

| RESULTADOS DE ANALISIS |       |       |        |            |      |       |         |      |                                 |
|------------------------|-------|-------|--------|------------|------|-------|---------|------|---------------------------------|
| 7.90                   | 23.22 | 15.62 | 174.20 | 0.00       | 1.14 | 74.4  | 7.7     | 18.0 | Tipo de suelo<br>Franco Arenoso |
| pH                     | M.O   | P     | K      | Al         | N    | Arena | Arcilla | Limo |                                 |
|                        | (%)   | (ppm) | (ppm)  | (me/100 g) | (%)  | (%)   | (%)     | (%)  |                                 |

| INTERPRETACION DE ANALISIS |           |               |       |      |
|----------------------------|-----------|---------------|-------|------|
| pH                         |           | BAJO          | MEDIO | ALTO |
| Fuertemente ácido          | < 5.5     | Nitrogeno (N) |       | X    |
| Modestamente ácido         | 5.6 - 6.0 | Fósforo (P)   |       | X    |
| Ligeramente ácido          | 6.1 - 6.5 | Potasio (K)   |       | X    |
| Neutro                     | 7         | Al (me/100 g) |       | X    |
| Ligeramente alcalino       | 7.1 - 7.8 | M.O. (%)      |       | X    |
| Modestamente alcalino      | 7.9 - 8.4 |               |       |      |
| Fuertemente alcalino       | > 8.5     |               |       |      |

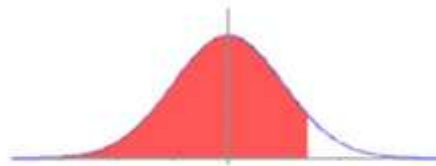
| RECOMENDACIONES                            |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|--|-----------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| CULTIVO:                                   | N                           |       |       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |       |       | K <sub>2</sub> O |       |       |
|  | Kg/ha                       | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha                         | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha            | Kg/ha | Kg/ha |
| NUTRIENTES:                                |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| FÓRMULA:                                   |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Suelos                                     | Fuente de nitrógeno (Kg/ha) |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|  | Fuente de fósforo (Kg/ha)   |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|  | Fuente de potasio (Kg/ha)   |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|  | Abono orgánico              |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|  | Abono orgánico (Kg/ha)      |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|  | Abono foliar                |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Distintos                                  |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
|  |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Apoyos                                     |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Fecha de inicio                            |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Fin desarrollo                             |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |
| Observaciones y recomendaciones especiales |                             |       |       |                               |       |       |                  |       |       |

Anexo N° 7. Tabla de distribución normal

**TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL**

TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL

$$P(Z \leq z) = F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$



| z   | 0.00   | 0.01   | 0.02   | 0.03   | 0.04   | 0.05   | 0.06   | 0.07   | 0.08   | 0.09   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.0 | 0.5000 | 0.5040 | 0.5080 | 0.5120 | 0.5160 | 0.5199 | 0.5239 | 0.5279 | 0.5319 | 0.5359 |
| 0.1 | 0.5398 | 0.5438 | 0.5478 | 0.5517 | 0.5557 | 0.5596 | 0.5636 | 0.5675 | 0.5714 | 0.5753 |
| 0.2 | 0.5793 | 0.5832 | 0.5871 | 0.5910 | 0.5948 | 0.5987 | 0.6026 | 0.6064 | 0.6103 | 0.6141 |
| 0.3 | 0.6179 | 0.6217 | 0.6255 | 0.6293 | 0.6331 | 0.6368 | 0.6406 | 0.6443 | 0.6480 | 0.6517 |
| 0.4 | 0.6554 | 0.6591 | 0.6628 | 0.6664 | 0.6700 | 0.6736 | 0.6772 | 0.6808 | 0.6844 | 0.6879 |
| 0.5 | 0.6915 | 0.6950 | 0.6985 | 0.7019 | 0.7054 | 0.7088 | 0.7123 | 0.7157 | 0.7190 | 0.7224 |
| 0.6 | 0.7257 | 0.7291 | 0.7324 | 0.7357 | 0.7389 | 0.7422 | 0.7454 | 0.7486 | 0.7517 | 0.7549 |
| 0.7 | 0.7580 | 0.7611 | 0.7642 | 0.7673 | 0.7704 | 0.7734 | 0.7764 | 0.7794 | 0.7823 | 0.7852 |
| 0.8 | 0.7881 | 0.7910 | 0.7939 | 0.7967 | 0.7995 | 0.8023 | 0.8051 | 0.8078 | 0.8106 | 0.8133 |
| 0.9 | 0.8159 | 0.8186 | 0.8212 | 0.8238 | 0.8264 | 0.8289 | 0.8315 | 0.8340 | 0.8365 | 0.8389 |
| 1.0 | 0.8413 | 0.8438 | 0.8461 | 0.8485 | 0.8508 | 0.8531 | 0.8554 | 0.8577 | 0.8599 | 0.8621 |
| 1.1 | 0.8643 | 0.8665 | 0.8686 | 0.8708 | 0.8729 | 0.8749 | 0.8770 | 0.8790 | 0.8810 | 0.8830 |
| 1.2 | 0.8849 | 0.8869 | 0.8888 | 0.8907 | 0.8925 | 0.8944 | 0.8962 | 0.8980 | 0.8997 | 0.9015 |
| 1.3 | 0.9032 | 0.9049 | 0.9066 | 0.9082 | 0.9099 | 0.9115 | 0.9131 | 0.9147 | 0.9162 | 0.9177 |
| 1.4 | 0.9192 | 0.9207 | 0.9222 | 0.9236 | 0.9251 | 0.9265 | 0.9279 | 0.9292 | 0.9306 | 0.9319 |
| 1.5 | 0.9332 | 0.9345 | 0.9357 | 0.9370 | 0.9382 | 0.9394 | 0.9406 | 0.9418 | 0.9429 | 0.9441 |
| 1.6 | 0.9452 | 0.9463 | 0.9474 | 0.9484 | 0.9495 | 0.9505 | 0.9515 | 0.9525 | 0.9535 | 0.9545 |
| 1.7 | 0.9554 | 0.9564 | 0.9573 | 0.9582 | 0.9591 | 0.9599 | 0.9608 | 0.9616 | 0.9625 | 0.9633 |
| 1.8 | 0.9641 | 0.9649 | 0.9656 | 0.9664 | 0.9671 | 0.9678 | 0.9686 | 0.9693 | 0.9699 | 0.9706 |
| 1.9 | 0.9713 | 0.9719 | 0.9726 | 0.9732 | 0.9738 | 0.9744 | 0.9750 | 0.9756 | 0.9761 | 0.9767 |