



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Control de olores ofensivos en la planta de valorización de  
residuos sólidos orgánicos empleando microorganismos  
eficientes, Callao – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

**AUTORES:**

Otazú Cruz, Johana Evelyn (ORCID: 0000-0002-5421-9636)

Rojas Lazo, Lizet Yasmin (ORCID: 0000-0001-5361-9067)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo con mucho amor a las personas más importantes en mi vida: mis padres y mis abuelos. La vida está llena de piedras en el camino, pero está en uno mismo saber afrontarlas, donde gracias al apoyo incondicional de mis familiares no me rendí en el trayecto de mi carrera y me enseñaron a ser una persona de bien para contribuir en el desarrollo y bienestar de nuestro país.

Rojas Lazo, Lizet Yasmin

Dedicado a mi madre y hermanas, por apoyarme a cumplir este logro tan importante para nosotras.

Otazú Cruz, Johana Evelyn

## **Agradecimiento**

Expreso mis más sinceros agradecimientos en primer lugar a Dios: por su amor, su misericordia y su gracia para conmigo. Asimismo, a mis padres: Sr. Gilmer, Rojas y Sra. Silvia, Lazo; y a mi abuela: Sra. Abelina, Ayzanoa; como también a mi asesor, ing. Jorge Jave Nakayo. Muchas gracias por apoyarme en el proceso del desarrollo de mi tesis y por hacer de este sueño hecho realidad.

Rojas Lazo, Lizet Yasmin

A las personas que estuvieron apoyándome a lo largo de mi carrera universitaria.

Otazú Cruz, Johana Evelyn

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Variables y operalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5 Procedimiento.....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	74

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Compuestos Orgánicos Volátiles (COVS) encontrados en el proceso de compostaje</i> .....	13
Tabla 2. <i>Umbral de olor en las sustancias de olores ofensivos encontrados en la NTP 320</i> .....	17
Tabla 3. <i>Técnicas de recolección de datos</i> .....	24
Tabla 4. <i>Validación de los instrumentos</i> .....	25
Tabla 5. <i>Distribución de tratamientos</i> .....	29
Tabla 6. <i>Temperatura de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento</i> .....	30
Tabla 7. <i>Humedad de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento</i> .....	31
Tabla 8. <i>Pregunta N°1 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	32
Tabla 9. <i>Pregunta N°1 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	33
Tabla 10. <i>Pregunta N°2 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	34
Tabla 11. <i>Pregunta N°2 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	34
Tabla 12. <i>Pregunta N°3 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	35
Tabla 13. <i>Pregunta N°3 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	36
Tabla 14. <i>Pregunta N°4 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	37
Tabla 15. <i>Pregunta N°4 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	37
Tabla 16. <i>Pregunta N°5 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	38
Tabla 17. <i>Pregunta N°5 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	39
Tabla 18. <i>Pregunta N°6 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	40

Tabla 19. <i>Pregunta N°6 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	40
Tabla 20. <i>Pregunta N°7 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	41
Tabla 21. <i>Pregunta N°7 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	42
Tabla 22. <i>Pregunta N°8 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	43
Tabla 23. <i>Pregunta N°8 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	43
Tabla 24. <i>Pregunta N°9 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	44
Tabla 25. <i>Pregunta N°9 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	45
Tabla 26. <i>Pregunta N°10 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	46
Tabla 27. <i>Pregunta N°10 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	46
Tabla 28. <i>Pregunta N°11 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	47
Tabla 29. <i>Pregunta N°11 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	48
Tabla 30. <i>Pregunta N°12 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	48
Tabla 31. <i>Pregunta N°12 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	49
Tabla 32. <i>Eficiencia del control de olores ofensivos en la pila de compostaje “1”</i> ....	50
Tabla 33. <i>Eficiencia del control de olores ofensivos en la pila de compostaje “2”</i> ....	50
Tabla 34. <i>Eficiencia del control de olores ofensivos en la pila de compostaje “3”</i> ....	51
Tabla 35. <i>Prueba de Normalidad</i> .....	52
Tabla 36. <i>Prueba de Kruskal-Wallis</i> .....	54

## Índice de figuras

Figura 1. <i>Ubicación Planta de Valorización de Residuos sólidos, adaptado de Google Earth</i> .....	21
Figura 2. <i>Dimensiones de las Pilas de Compostaje</i> .....	22
Figura 3. <i>Procedimiento del proyecto</i> .....	26
Figura 4. <i>Temperatura de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento</i> .....	30
Figura 5. <i>Humedad de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento</i> .....	32
Figura 6. <i>Pregunta N°1 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	33
Figura 7. <i>Pregunta N°1 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	33
Figura 8. <i>Pregunta N°2 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	34
Figura 9. <i>Pregunta N°2 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	35
Figura 10. <i>Pregunta N°3 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	36
Figura 11. <i>Pregunta N°3 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	36
Figura 12. <i>Pregunta N°4 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	37
Figura 13. <i>Pregunta N°4 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	38
Figura 14. <i>Pregunta N°5 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	39
Figura 15. <i>Pregunta N°5 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	39
Figura 16. <i>Pregunta N°6 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	40
Figura 17. <i>Pregunta N°6 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	41

Figura 18. <i>Pregunta N°7 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	41
Figura 19. <i>Pregunta N°7 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	42
Figura 20. <i>Pregunta N°8 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	43
Figura 21. <i>Pregunta N°8 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	44
Figura 22. <i>Pregunta N°9 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	45
Figura 23. <i>Pregunta N°9 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	45
Figura 24. <i>Pregunta N°10 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	46
Figura 25. <i>Pregunta N°10 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	47
Figura 26. <i>Pregunta N°11 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	47
Figura 27. <i>Pregunta N°11 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	48
Figura 28. <i>Pregunta N°12 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	49
Figura 29. <i>Pregunta N°12 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes</i> .....	49



## Resumen

En la presente investigación, con el objetivo de controlar los olores ofensivos emitidos durante la fase termófila del proceso de compostaje en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos en el Callao, se emplearon tres tratamientos con microorganismos eficientes en 3 distintas dosis: 300 ml, 700 ml y 1000 ml, las cuales fueron aplicadas durante 15 días consecutivos; mediante la caracterización de olores ofensivos se emplearon 2 técnicas, la analítica y la sensorial antes y después de la aplicación de microorganismos eficientes (día 15 y día 30). Así mismo se realizaron las mediciones diarias de temperatura y humedad en las pilas de compostaje, para determinar su desempeño mediante los días de aplicación de microorganismos eficientes. Los resultados obtenidos respecto a la técnica analítica fueron: 14%, 57% y 100% respectivamente de las pilas de compostaje 1, 2 y 3; Para la técnica sensorial (encuesta), sobre la pila de compostaje 1, no hubo variación en la percepción de olores, para la pila de compostaje 2 su disminución fue leve y en la tercera pila los resultados de percepción disminuyeron completamente. Se pudo concluir que la aplicación diaria en la fase termófila del proceso de compostaje de la tercera dosis 1000 ml, controlan satisfactoriamente los olores ofensivos, con una eficiencia del 100% y que la caracterización de olores mediante las dos técnicas se complementa para tener una información necesaria sobre la contaminación por olores ofensivos.

**Palabras clave:** caracterización de olores, microorganismos eficientes, olores ofensivos

## Abstract

In the present investigation, with the objective of controlling the offensive odors emitted during the thermophilic phase of the composting process in the organic solid waste valorization plant in Callao, three treatments with efficient microorganisms were used in three different doses: 300 ml, 700 ml and 1000 ml, which were applied during 15 consecutive days; two techniques were used for the characterization of offensive odors, analytical and sensory, before and after the application of efficient microorganisms (day 15 and day 30). Daily measurements of temperature and humidity were also taken in the composting piles to determine their performance during the days of application of efficient microorganisms. The results obtained for the analytical technique were: 14%, 57% and 100% respectively for compost piles 1, 2 and 3; for the sensory technique (survey), on compost pile 1, there was no variation in the perception of odors, for compost pile 2 there was a slight decrease and in the third pile the results of perception decreased completely. It could be concluded that the daily application in the thermophilic phase of the composting process of the third 1000 ml dose, satisfactorily controls offensive odors, with an efficiency of 100% and that the characterization of odors by means of the two techniques is complemented to have the necessary information on the contamination by offensive odors.

**Keywords:** odor characterization, efficient microorganisms, offensive odors.

## I. INTRODUCCIÓN

Mundialmente se generan entre 7 a 10 mil millones de toneladas de residuos y se estima que, para el 2050 América Latina y el Caribe produzcan 671 mil toneladas al día. En el Perú, por día se generan aproximadamente 19 mil toneladas y anualmente 7 millones toneladas de residuos sólidos municipales (MINAM, 2019).

El 48% de estos residuos son vertidos en los más de 1200 botaderos ilegales que lamentablemente llegan a generar problemas ambientales como la contaminación de los mares y ríos.

En la búsqueda de minimizar la generación de residuos sólidos, las Municipalidades acatan el Decreto Legislativo N°1278 “Que aprueba la ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos” en la cual se realizan programas de segregación en la fuente facilitando la recuperación, valorización y garantizando la adecuada disposición final. Debido a que, la generación de residuos sólidos orgánicos a nivel nacional representa más del 50%, la Municipalidad Provincial del Callao, implementó la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, donde se realiza el proceso del compostaje con los residuos orgánicos recolectados. En el proceso de recolección se integran los residuos provenientes de áreas verdes, mercados y hogares, produciendo abonos orgánicos que benefician los parques y jardines municipales. Una de las técnicas para producir abono orgánico de manera económica es el compostaje, la dificultad en esta técnica se debe a que por ser en un sistema abierto (pilas) se generan grandes cantidades de emisiones atmosféricas de manera incontrolada, estas emisiones causadas por sustancias de olores ofensivos ocasionan malestar a los trabajadores y habitantes cercanos a la zona. Según el Ministerio de Salud de Colombia (2012, p.7), los olores ofensivos que podemos encontrar en el proceso de compostaje por una incompleta oxidación de la materia orgánica bajo condiciones anaeróbicas, pueden ser: ácidos grasos volátiles, compuestos inorgánicos sulfurosos, aldehídos, ésteres, alcoholes y amoníaco. La constante exposición de olores desagradables es llamada contaminación odorífera, este tipo de contaminación se encuentra en muchas actividades dentro del país, sin embargo no existe una normativa sobre el control de olores, generando que los efectos aumenten; Dentro de los efectos se observaron que pueden ser realmente perjudiciales para la salud, más allá del simple desagrado, porque pueden provocar desde síntomas

psíquicos como; mareos, dolor de cabeza, estrés y pérdida de apetito, Cortel (2018, p.24).

Al controlar, mediante microorganismos eficientes, la proliferación de los olores ofensivos estaríamos mejorando la calidad de vida de las personas que trabajan en la planta de valorización.

Es por ello, que, para el desarrollo de la presente investigación, se formuló como problema general ¿De qué manera los microorganismos eficientes controlan los olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, Callao 2021? En los problemas específicos, planteamos los siguientes: ¿Cuál es el mejor tratamiento de microorganismos eficientes que favorece el control de olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos?, ¿De qué manera los días de aplicación de microorganismos eficientes influyen en el control de olores ofensivos de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos?, ¿Cuál es la mayor eficiencia del tratamiento con microorganismos eficientes que controlan los olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos?.

Como justificación, se tuvo que, el presente trabajo de investigación se enfoca en controlar los olores emitidos en el proceso de compostaje dentro de la planta de valorización de residuos sólidos de la Municipalidad provincial del Callao, esta planta está ubicada en el Vivero Municipal, en donde existe un aproximado de 15 trabajadores y a los alrededores se encuentra el A.A.H.H. Piedra Liza. La Municipalidad con el fin de evitar la generación de botaderos realiza la recolección de los residuos orgánicos y son llevados a la planta de valorización de residuos para realizar el proceso de compostaje en un sistema abierto (pilas), un método económicamente cómodo, pero, con un efecto negativo por la emisión de olores desagradables en su proceso. Con la intención de evitar efectos negativos en la salud como, estrés, dolores de cabeza, náuseas o depresión en la población aledaña y trabajadores recurrimos a la técnica de aplicación de microorganismos eficientes por su efecto en control de olores y moscas en el proceso de compostaje, permitiendo no solo la disminución del impacto ambiental, si no también integrar los microorganismos eficientes en los procesos de compostaje por su fácil obtención y ser económicos Calero, *et al.* (2018, p.9).

En el planteamiento de nuestro objetivo general, se obtuvo lo siguiente: Determinar la manera en que los microorganismos eficientes controlan los olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, Callao 2021.

En los objetivos específicos se plateó; Determinar el mejor tratamiento de microorganismos eficientes que favorece el control de olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos; Determinar si los días de aplicación de microorganismos eficientes influyen en el control de olores ofensivos de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos; Identificar la mayor eficiencia del tratamiento con microorganismos eficientes que controlan los olores ofensivos de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

La hipótesis general formulada es; Los microorganismos eficientes controlan satisfactoriamente los olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, Callao 2021. Como Hipótesis específicas se plantearon las siguientes; El mejor tratamiento de microorganismos eficientes que favorece el control de olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos es de 1000 ml; Los días de aplicación de microorganismos eficientes influyen significativamente en el control de olores ofensivos de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos; La mayor eficiencia del tratamiento con microorganismos eficientes que controlan los olores ofensivos es del 90% en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

## II. MARCO TEÓRICO

A medida que pasan los años, los residuos sólidos incrementan en su capacidad, para el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019, p.6) la composición de los residuos sólidos a nivel municipal es: 19.6% de residuos inorgánicos valorizables, 55.76% de residuos orgánicos, y el resto residuos no valorizables y residuos peligrosos, siendo los residuos orgánicos los de mayor porcentaje de composición. Con la finalidad de minimizar la generación de los residuos, se implementa mediante el Decreto Legislativo N° 1278: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos “, el cual tiene como propósito minimizar la generación de residuos sólidos utilizando las técnicas de reutilización, reciclaje y compostaje, asegurando una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos. La Municipalidad Provincial del Callao, siguiendo la normativa ambiental realiza la adecuada gestión integral de residuos sólidos, empezando por la segregación de residuos orgánicos e inorgánicos y valorizándolos. El proceso de valorización de residuos orgánicos, se realiza en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, la cual lleva funcionando desde el año 2018, la tecnología para valorizar los residuos orgánicos en esta planta es el compostaje en sistema abierto (pilas), proceso que emite olores ofensivos en la planta y del que se deseó controlar mediante la aplicación de microorganismos eficientes.

Resaltando la importancia de la funcionalidad de los microorganismos eficientes en el compostaje, se utilizó la investigación de Melendrez y Sánchez (2019, p.3), esta investigación determinó el efecto de los microorganismos eficientes en el proceso de compostaje por residuos sólidos orgánicos, mediante un diseño experimental dosificó los microorganismos eficientes (0, 250, 500 y 1000 ml) y monitoreó los parámetros físicos y químicos (pH, temperatura, humedad y la relación C/N) de la muestra de compostaje en un tiempo de 45 días, concluyendo que los tratamientos T2 y T3 (500 y 1000ml), tuvieron un efecto óptimo en los parámetros mencionados.

Además, en el trabajo de investigación de Rafael (2015, p.2), se evaluó el efecto de los Microorganismos eficaces en una dosificación de (0%, 5% y 10%) sobre la calidad del compost realizado a partir de tres distintos tipos de residuos orgánicos (avícola, camal y mercado), obteniendo las características físicas y químicas (pH, metales pesados, materia orgánica, humedad y temperatura) con resultados óptimos

establecido en la Norma de Calidad del Compost NCh 2880, en la aplicación del 10% de microorganismos eficaces.

En el empleo del tratamiento de los olores ofensivos con microorganismos eficientes, Pashanasi y Ríos (2019, p.4), tuvo como objetivo principal, el manejo de la concentración de olores de excretas en letrinas, empleando microorganismos de montaña. Los investigadores realizaron el tratamiento con 3 dosis (300ml, 500ml, 700ml), en 4 letrinas. El compuesto oloroso analizado, fue el (H<sub>2</sub>S) Sulfuro de Hidrógeno, este tuvo como resultado < 2 ug/muestra, indicando que no hubo variación aplicando el tratamiento, pero sí se disminuyó el mal olor con la dosis de 700 ml, concluyendo que los microorganismos influyen con otros compuestos olorosos.

Vásquez, en su investigación (2019, p.3), tuvo como objetivo evaluar la dosis de microorganismos eficientes para la disminución del DBO en aguas residuales domésticas del dren 3100, en Pimentel. Para la determinación de remoción se aplicaron 3 dosis distintas de ME (*Lactobacilos spp* y las *Saccharomyces spp*); 5ml, 10ml y 15ml y se analizó su eficiencia en los 15, 30, 45 días. Se concluyó que la dosis adecuada de ME en la disminución de DBO, es de 10 ml, pues su reducción fue de 748mg/l a 89.2mg/l, encontrándose dentro de los límites máximos permisibles. Con esta investigación determinamos la influencia positiva entre la DBO y ME en aguas residuales domésticas.

Otra propiedad que poseen estos microorganismos es en el desarrollo de los cultivos; Núñez (2018, p.7), para evaluar el efecto de los microorganismos eficientes en los plantones de maracuyá, clasificó cuatro bloques de los plantones y se aplicó diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (0%, 5%, 10% y 15%), siendo el 15% la concentración con mayor efecto en el crecimiento de la altura de la planta y el largo de la hoja en un tiempo de 60 días. Mediante esta investigación, obtuvimos información sobre las dosificaciones de los Microorganismos eficientes, su activación y los efectos en la agricultura.

Para Calero, et al. (2018, p.8), su investigación estuvo enfocada en la evaluación de 3 distintas concentraciones de microorganismos eficientes en la aplicación de dos cultivos de frijol común. En la experimentación del trabajo se emplearon las

concentraciones (0, 50, 100 y 200 mgL) de microorganismos eficientes, aplicándolo de manera foliar en los cultivos de Velazco largo y Cuba cueto, como conclusión, los microorganismos eficientes influyeron de manera positiva en los parámetros morfológicos (número de hojas, masa seca, granos) y a partir de la concentración de 100 mgL la productividad aumentó en dichos cultivos.

En las investigaciones para el control a nivel nacional de los olores; Del Águila (2019, p.5), en su trabajo de investigación empleó como instrumento la encuesta, brindándole como resultado, que el 89.2% de las personas encuestadas afirmaron la presencia de malos olores dentro del lugar de investigación y el 63.7% asociaron el mal manejo de los residuos sólidos con el estado actual del mercado. Mediante estos datos, se determinó la existencia de contaminación odorífera y se concluyó que los comerciantes presentan constantemente síntomas de salud como mal humor, estrés, cansancio, mareos, náuseas, entre otros.

En Ecuador (2019, p.3), Morocho y Leiva, en su artículo de investigación tuvo como objetivo sintetizar la información respecto a sus propiedades y aplicaciones de los Microorganismos Eficientes. Esta investigación fue una recopilación de literatura científica de los últimos 10 años relacionado a sus aplicaciones agrícolas, como conclusión se llegó que los microorganismos eficientes incluyen bacterias ácido láctico, bacterias fotosintéticas, levaduras y hongos, las cuales poseen efectos positivos en la agricultura como crecimiento de plantas, fertilidad química del suelo y reducción en tiempo del compostaje.

Del mismo modo en Cuba, Romero y Vargas (2017, p.4), emplearon los microorganismos eficientes para el tratamiento de aguas contaminadas, dado que estos microorganismos utilizan los contaminantes para su metabolismo y crecimiento, se realizó el trabajo de manera experimental, empleando el producto denominado "Versaklin" aplicándolo sobre 10 puntos de una zanja durante 48 horas, al término del muestreo, se determinó que la eficiencia de remoción de los contaminantes se obtuvo a partir de las 24 horas. Teniendo como conclusión que mediante la aplicación del producto Versaklin, se logra disminuir microorganismos provenientes de aguas contaminadas.



En Vigo, Laureano (2015, p.6), su investigación tuvo como objetivo determinar la efectividad del producto Microorganismos Eficaces. EM™ - REMED, en aguas residuales industriales de la empresa ENCE (Energía & Celulosa), mediante la investigación de enfoque mixto, se obtuvieron datos favorables en corto tiempo, el producto redujo los microorganismos patógenos, controló los olores ofensivos, estabilizó el nivel de pH e incrementó los niveles de oxígeno disuelto, como conclusión se tuvo que, para la degradación del sustrato el tiempo depende de la carga orgánica de la muestra y la dosis del producto.

Peralta, de Freitas, Watthier y Silva (2019, p.7), evaluaron el crecimiento y producción de la materia fresca y seca de los cultivos de brócolis. El primer cultivo de brócoli se fertilizó con compost, bokashi y microorganismos eficientes. En el segundo cultivo de brócoli se evaluó el efecto residual de los tratamientos sin realizar ninguna fertilización adicional. Se dio como resultado que, el cultivo con mayor rendimiento fue el que se fertilizó con compost y microorganismos eficientes. Como conclusión se obtiene que el E.M. potencia el efecto del compost, estimulando la materia seca y fresca en los cultivos, pero en un corto plazo.

Para Dismas (2011, p.3) tuvo como objetivo evaluar los efectos de los microorganismos efectivos (EM) como alimento aditivo en la producción de pollos de engorde sobre el rendimiento del crecimiento, la salud y el mal olor en gallinero. El tratamiento principal (EM) se proporcionó a experimentos aves en dos niveles: 10 ml EM2/l y 20 ml EM2/l ya sea en agua potable o por aspersión material de cama o ambos en agua y arena. Se concluyó que los mercados emergentes tenían efectos promotores del crecimiento, reducían las tasas de mortalidad y reducían significativamente los niveles de amoníaco en el gallinero en dosis más altas de 20 ml EM2/l.

Por otro lado, Ha-Na, Bongbeen y Sun-Tae (2016, p.4) en la investigación tuvieron como objetivo investigar el efecto de reducir el olor liberado durante la descomposición de los desechos alimentarios utilizando microorganismos efectivos (EM) en función del tiempo en 20°C y 35°C. Donde la adición de microorganismos efectivos en los desechos de alimentos resultó en la reducción de la concentración de compuestos de azufre y el olor complejo, a pesar del aumento de la concentración de

CH<sub>3</sub>CHO. Teniendo como conclusión que el EM podría ser potencialmente útil como herramienta para reducir el olor inducido por el proceso de descomposición de los desechos alimentarios.

Siguiendo los métodos de análisis de los olores en Sevilla, España, Bascón (2016, p.5), este estudio se realizó por el gran interés en determinar la calidad de los alimentos que son producidos comercialmente debidos que, esta característica es principal para la aceptación de los consumidores, es por ello que cada vez es necesario reconocer los componentes que causan estos aromas. La investigadora se basó en la técnica llamada cromatografía de gases acoplada a la olfatometría (CGO), para determinar los componentes volátiles responsables en los alimentos, siendo su objetivo mostrar las diversas técnicas olfatométricas que son usadas para la recopilación en la CGO.

Siguiendo con los efectos positivos de las bacterias en los olores, encontramos en Estados Unidos, Moorman, Pometto, Stantontiene y Major (2011, p.5) cuya investigación tuvo como objetivo conocer el papel de la bacteria *Rhodobacter sp* PS9 para la remediación de olores en lagunas con desechos porcinos. Esta investigación fue de diseño experimental, donde se utilizó la metodología de monitoreo de olores para estudiar la pigmentación temporal de cambios en lagunas anaeróbicas de desechos porcinos durante un período de 4 años. Los resultados mostraron una disminución de 80 a 93% en la concentración de COV y una reducción de olores. Conclusión la población de PS9 representó el 9,6% de la comunidad total y hasta el 27,0% de la estructura de la comunidad bacteriana que redujeron el olor.

Para Müller, Thißen y Braun (2004, p.4) en la investigación se examinaron tres instalaciones de compostaje diferentes para determinar la emisión de volátiles para estimar el impacto de la ingeniería de procesos en la dispersión de compuestos olorosos y discutir su relevancia para la salud humana. Teniendo como resultado, que la proporción de MVOC y VOC total medido cambió a lo largo del proceso de biodegradación. Una cierta combinación de compuestos volátiles coincidió con la aparición del típico olor a compost. En conclusión, se obtuvo que el tipo de ingeniería de procesos parecía tener un impacto importante en la emisión de volátiles, ya que

las cantidades de volátiles (microbianos) emitidas eran características de las diferentes técnicas utilizadas.

Siguiendo con los tratamientos de olores, Zhang (2008, p.4) en su investigación, tuvo como objetivo principal desarrollar medios preventivos para minimizar las emisiones de amoníaco y olores, y maximizar el nitrógeno conservación para aumentar el valor agronómico del compost. Donde se realizaron experimentos para examinar la eficacia de diversas tecnologías para minimizar estas emisiones durante la fase activa del compostaje, precipitando el amonio en la matriz de compostaje antes de que se libere al exterior ambiente. En los resultados se pudo reducir la emisión de amoníaco en un 40-84%, mientras que el contenido de nitrógeno en el compost terminado se incrementó en un 37-105%. En conclusión, el modelo fue validado con observaciones experimentales.

Zhang, Lau y Wen (2009, p.6) tuvieron como objetivo comprender los efectos de los parámetros operativos clave o los factores ambientales sobre la emisión de olores, siendo de vital importancia para minimizar la generación de olores de compostaje. Se llevó a cabo una serie de experimentos de laboratorio para examinar los efectos de diversas condiciones operativas sobre las emisiones de olores. Teniendo como resultado que las tasas de flujo de aire que eran demasiado altas o demasiado bajas podrían resultar en mayores emisiones totales de olores. Se concluyó que la concentración máxima de olores y la tasa de emisión aumentaron drásticamente a medida que BVS aumentó del 45% al 65%, por lo que la emisión total de olores aumentó exponencialmente con BVS.

Gou, Zhou y Zhu (2018, p.5) en la investigación tuvo como objetivo proponer el modo de separación de fuentes por parte de los residentes: compostaje in situ con equipo completo (CPEM). En la cual se construyó y operó una instalación a escala piloto de 132 m<sup>2</sup> para tratar FW (6 t / d). Los resultados mostraron que el CPEM de compostaje, incluida la alimentación, la rotura, la deshidratación, el refuerzo en espiral, el reactor de compostaje, el biofiltro de olores, el sistema de aireación y las unidades de dispositivos giratorios. En conclusión, el caso exitoso de la planta piloto sugirió que el modo de separación en fuente-compostaje in situ con CPEM era factible para realizar el reciclaje de FW.

A su vez Galwa y Kwarciak (2019, p.4) en la investigación se realizó un mecanismo de biofiltración de gases malolientes a partir de un estudio realizado sobre el soporte de media escala. Donde se realizó la humificación parcial (distribución parcial de compuestos orgánicos primarios con secundarios síntesis) y mineralización de biomasa. Como conclusión se dio la degradación biológica de los contaminantes gaseosos y es uno de los métodos para desodorizar los gases malolientes perjudiciales.

En la investigación de Delgado, et al (2013, p.6), evaluaron la influencia de los parámetros (aireación, humedad) composición de gases y compuestos orgánicos volátiles olorosos en particular: limoneno,  $\beta$ -pineno, 2-butanona, undecano, fenol, tolueno, sulfuro de dimetilo y disulfuro de dimetilo sulfuro de dimetilo. Para la recolección de muestra se utilizaron bolsas Tedlar y con la ayuda del cromatógrafo se obtuvo que, la mayor emisión de gases olorosos fue en las etapas mesófila y termófila, descendiendo en la etapa de maduración, así mismo se descubrió que altos niveles de aireación, generan altos niveles de emisión de gases y bajos niveles de aireación provocaron emisión de compuestos azufrados.

Otro tipo de medición del olor, lo menciona Imporzano, Crivelli y Adani (2008, p.4) en la investigación que tuvo como objetivo investigar la relación entre la actividad biológica, medida por el índice de respiración dinámica (DRI) y la producción de moléculas de olor, medida por una nariz electrónica (EN) durante dos procesos de compostaje de alta tasa de residuos de alimentos. Donde la concentración de O<sub>2</sub> en el espacio de aire libre de biomasa (FAS) se mantuvo óptima (O<sub>2</sub>>140 ml - 1, v/v) durante el compostaje, se desarrollaron fuertes condiciones anaeróbicas. En conclusión, se obtuvo que la aplicación del análisis de mínimos cuadrados parciales (PLS) mostró una buena regresión entre el DRI y las moléculas de olor producidas que fue detectado por la EN (R<sup>2</sup> = 0,991; R<sup>2</sup> CV = 0,990).

Compostaje, es un proceso microbiológico en un estado aerobio, que, en las condiciones adecuadas de humedad, oxígeno, temperatura, pH, contenido de materia orgánica y relación C/N, los microorganismos transforman los residuos orgánicos en

compost. Este producto final es empleado como abono natural en suelos y plantas. Como todo proceso esta tecnología tiene 3 etapas o fases: *Etapa Mesófila*, en la cual la temperatura asciende a 40°C, ocurre la degradación de los compuestos orgánicos simples (azúcares y aminoácidos), disminuye el pH, debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos orgánicos y las proteínas en aminoácidos. Además, la relación C/N es de peculiar importancia porque el carbono es el aporte energético de los microorganismos y el nitrógeno es indispensable para la asimilación de nuevas moléculas (Dueñas, Hornas y Salvador, 2019, p.8).

En la *Etapa Termófila*, la temperatura se mantiene en un rango de 45°C a 60°C, esta temperatura permite que los patógenos mueran, así también se produce la proliferación de las bacterias termófilas y se inhibe la actividad de las bacterias mesófilas, hongos y levaduras. Los ácidos orgánicos obtenidos en la etapa mesófila son degradados en esta etapa, provocando el incremento de pH, pasando de 5.5 hasta 7.5 (alcalinización) y se llega a alcanzar la mayor emisión de olor.

Para el final del proceso de compostaje, se tiene la *Etapa de Enfriamiento y Maduración*, en la cual la temperatura se disminuye a una temperatura ambiente, el material se establece y se humidifica provocando la proliferación de bacterias mesófilas, hongos y actinomicetos que degradan los compuestos complejos, en cuanto a la maduración, estas bacterias realizan acciones como la oxidación de la materia orgánica, nitrógeno, amonio, nitrito y sulfuros, fijan el nitrógeno, simplifican sulfatos, durante condiciones heterotróficas. Sabemos que el proceso ha terminado debido a que no se distinguen los residuos iniciales, el olor disminuye y el producto final se torna a un color café.

En la planta de valorización, para el compostaje se emplea el sistema abierto por su bajo costo de implementación, así como de fácil manejo, pero con la desventaja que puede ser invadido por insectos y roedores, así como la generación de olores en la zona. La técnica empleada en el compostaje con sistema abierto tiene el nombre de *pilas*, su armado está compuesto por capas alternadas, la primera capa de material seco, la segunda capa de residuos orgánicos húmedos y en la tercera capa se añadió de nuevo el material seco. El volteo es inevitable en esta técnica, por ello, de su frecuencia dependerá la rapidez del proceso y el estado de oxígeno y temperatura, el primer volteo es realizado a partir de la segunda semana, luego su volteo se realizó una vez por semana. El riego, se realizó evitando el encharcamiento con una

frecuencia de 1 a 2 veces por semana, se recomienda tener húmeda la pila al 50%. Pasado tres meses, el compost está listo para la etapa de tamizado, con ayuda de una malla metálica se homogeniza el compost y luego pasa a colocarse en sacos de 35 kg, con una buena estructura y poca humedad.

De acuerdo con el Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA, 2014, p.7), el olor, tiene como función ser un indicador de la presencia de gases o contaminantes emitidos a la atmósfera. Los olores pueden caracterizarse como agradables (aroma de un perfume, fruta o comida) o desagradables (huevos podridos, fétido), la percepción de un olor agradable o desagradable varía de cada persona y su relación con el entorno, y sus emociones (mecanismos neurológicos y psicológicos). Existen cuatro propiedades fundamentales de los olores, concentración, intensidad, carácter y tono hedónico, la combinación de estas propiedades se relaciona con el grado de molestia que pueden causar los olores (Olores.org, 2008).

- Concentración de un Olor, si tenemos una sustancia conocida, su concentración de olor se expresa:  $Vol. \text{ de masa } \times \text{ unidad de Vol. del aire}$ , sin embargo, la composición de un olor está conformado por grandes cantidades de sustancias, por ello es necesario emplear la unidad de medida: *unidades de olor europea (OuE)*.
- Intensidad de un Olor, es considerado como la magnitud o fuerza con la que una persona puede percibir el olor, su intensidad aumenta según la concentración de olor, estas intensidades pueden variar, pues cada olor puede tener la misma concentración, pero se percibe distinta intensidad.
- Calidad o carácter del Olor, se caracteriza por la similitud con una serie de olores de referencia, conocido como descriptores (afrutado, pescado).
- Tono Hedónico de un Olor, es considerado como el grado con el que se percibe el olor, ya sea agradable o no. Esta determinación del grado se realiza por personas especializadas.

Para el Fondo Nacional Agrícola (FENAVI, 2018, p.15) el olor ofensivo, es ocasionado por sustancias o actividades que, por condiciones de tiempo de exposición o composición, causan olores desagradables, provocando fastidio en las personas. Para Dai (2014), estos olores ofensivos, causan molestias a la salud humana (estrés

físico y psicológico). La exposición constante de estos compuestos olorosos, generan la contaminación odorífera (Gómez, 2018, p.5).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2014, p.7), en el “Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos”, manifiesta que las sustancias de olores ofensivos, son aquellas que, por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición, causan los olores desagradables. Siendo el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), azufre total reducido (TRS) y amoniaco (NH<sub>3</sub>) sustancias de olores ofensivos (MINAMBIENTE, 2014).

Los olores encontrados en el proceso de compostaje, es el resultado de la presencia de compuestos orgánicos volátiles (tolueno, fenol, butanona,  $\alpha$ - pineno, limoneno), compuestos sulfurados (sulfuro de hidrógeno) y compuestos nitrogenados (amoniaco), que son emitidos desde la recepción de estos residuos orgánicos y durante la fase termofílica del proceso de compostaje (Díaz, 2018, p.4).

Los Compuestos orgánicos volátiles (COVs), son compuestos constituidos por carbono, como también otros compuestos químicos como hidrocarburos alifáticos, aromáticos, aldehídos, cetonas, éteres, ácidos y alcoholes. En las pilas de compostaje, los olores que se generan, se deben mayormente a causa de la emisión de compuestos orgánicos volátiles, estas emisiones se presentan en las primeras fases del proceso de compostaje (Gutiérrez, 2014, p.15). Así mismo son producidos por la aireación incompleta en las pilas de compostaje, produciendo también compuestos de sulfuro. En la siguiente tabla (tabla 1), se muestran los COVs que se producen en el proceso de compostaje.

**Tabla 1.** *Compuestos Orgánicos Volátiles (COVS) encontrados en el proceso de compostaje*

Familias de Compuestos Químicos	Compuestos
Hidrocarburos alifáticos	n-Decano
Hidrocarburos aromáticos	Tolueno
Alcoholes	Etanol, Isopropanol y 2-Butanol
Cetonas	Metiletilcetona

Ésteres	Acetato de etilo y Propionato de etilo
Aldehídos	Acetaldehído
Ácidos	Ácido acético y Ácido hexanoico
Terpenos	□-Pineno, □-Pineno, Limoneno y □-Mirceno

Fuente: Gallego *et al*, 2012.

Por su alta volatilidad estos contaminantes afectan la población, llegando a ocasionar problemas en la salud. Las consecuencias por la presencia de estos compuestos en la salud humana han sido poco estudiados o determinados en comparación a otros contaminantes ambientales, aun así cabe resaltar que algunos de estos pocos estudios existentes señalan los efectos negativos de los olores en los seres humanos los cuales suelen llevar a situaciones de estrés y se pueden agravar si la exposición a estos es constante y permanente, estos podrían causar cuadros de depresión, dolores de cabeza, problemas de sinusitis, náuseas entre otros (Nakhsiniev, Perera y Kunta, 2014, p.5). También pueden empeorar problemas preexistentes como el asma en pacientes hipersensibles. Respecto a la calidad del aire, estos compuestos orgánicos volátiles que están presentes en la tropósfera, al reaccionar con los óxidos de nitrógeno y luz solar se genera el ozono troposférico, el cual posee un mayor potencial que el dióxido de carbono (Saldarriaga, 2009, p.14).

Los compuestos sulfurados (sulfuro de hidrógeno), son producidos naturalmente por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, la inadecuada aireación en el proceso de compostaje y en procesos industriales, este gas incoloro posee un olor característico a huevos podridos, permitiendo detectar este olor a bajas concentraciones, Organización Panamericana de la Salud & Ministerio de Salud (2012, p.5). Las propiedades tóxicas de este compuesto, genera que se tenga en gran consideración su eliminación en la mayoría de casos, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), inhalar este gas llega a causar efectos en la salud (tos, irritación de ojos, piel y garganta), (Díaz, 2018, p.11).

El compuesto nitrogenado (amoníaco), mayormente presente en el proceso de compostaje, proceso de cría y alimentación de animales, ocasionan olores



desagradables durante la descomposición de la materia orgánica, como también se pueden encontrar en el ambiente como plantas, suelo y agua (Amador y Londoño, 2019, p.6). Este gas, en el ser humano, puede causar afectaciones en el sistema respiratorio, en la piel y ojos, a mayor exposición del amoniaco puede llegar a producir la muerte. En el ambiente, este gas se reincorpora en las plantas, animales y bacterias, sirviendo como alimento (Organización Panamericana de la Salud & Ministerio de Salud, 2012, p.6).

Para la caracterización o calificación de olores, se emplean las técnicas sensoriales y técnicas analíticas.

En la técnica sensorial, el principal instrumento de medición es el olfato humano, con esta técnica se perciben los olores y el nivel de molestia que puede provocar. Dentro de esta técnica se incluyen: la olfatometría, narices electrónicas (Nasal Ranger ®) y la psicometría.

La Olfatometría, consiste en emplear el olfato humano para detectar un olor, esta técnica es realizada sólo por personas especializadas, las cuales están totalmente capacitadas para determinar la presencia de olor, mientras que la *psicometría*, estudia las molestias que generan los olores. Su evaluación se realiza mediante cuestionarios estandarizados a las personas afectadas. Mediante las respuestas se realiza un análisis estadístico con el cual se obtiene información para poder localizar zonas o fuentes de olores molestos. La evaluación psicométrica se emplea en varios países por ser muy eficaz.

Las técnicas analíticas (análisis físico-químico), señalan las cuantificaciones de las concentraciones de gases que producen malos olores, estas concentraciones se indican en ppm o  $mg/m^3$ . Dentro de esta técnica, encontramos la cromatografía de gases con detección por espectrometría de masas, los tubos colorimétricos y detectores electrónicos (sensores) como es el caso del fotoionizador MultiRAE, equipo capaz de detectar gases tóxicos, incluidos los compuestos orgánicos volátiles (tolueno, benceno, estireno, hexeno), amoniaco y el sulfuro de hidrógeno (RAE System, 2017, p.7-9).

Tanto la técnica analítica como la sensorial, son adecuadas para las evaluaciones de

los olores ofensivos, se recomienda utilizar estas dos en conjunto, ya que, una complementa a la otra, pues la técnica sensorial indica si existe o no presencia de olores ofensivos y la técnica analítica sólo identifica las concentraciones de los compuestos que pueden producir olores en las zonas estudiadas.

Dentro del ámbito legal, en el Perú, no existe una normativa en base a la contaminación odorífera en comparación con otros países a nivel latinoamericano (Argentina, Colombia y Chile). Por esta razón, es imprescindible el desarrollo de normas referidas a estos temas dentro de la legislación nacional, de modo que, al no existir normas las personas no se encuentran en un ambiente sano y equilibrado. Figueroa (2017, p. 15).

La Norma Técnica Colombiana NTC 6012-1, se rige de la norma alemana VDI 3883 part 1 Olfactometry - Odour threshold determination – Fundamentals, Verein Deutscher Ingenieure (1986), en las cuales se determinan el potencial de molestia que pueden causar estos malos olores emitidos en una zona de estudio, mediante evaluaciones psicométricas (cuestionario) con el fin de clasificar, identificar y determinar la variación de molestia; ICONTEC y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013). En el anexo 4, se encuentra la encuesta adaptada a la norma NTC 612-1 empleada en esta investigación como instrumento de recolección de datos.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, posee la Nota Técnica de Prevención NTP 320 “Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas peligrosas” en la cual se mencionan 126 sustancias químicas con sus respectivos umbrales olfativos y el olor que los caracteriza. En la siguiente tabla, se resaltan las principales sustancias químicas.

**Tabla 2.** Umbral de olor en las sustancias de olores ofensivos encontrados en la NTP 320

Nombre	Formula	Olor	U.O. (ppm)
Amoniaco	$NH_3$	Irritante	5,2
Tolueno	$C_7H_8$	Como benceno	2,9
Sulfuro de hidrógeno	$SH_2$	Huevo podrido	0,0081
Fenol	$C_6H_6O$	Dulce y alquitranado	0,04
□ - Pireno	$C_{10}H_{16}$	Corteza fresca	-

Fuente: Adaptado de NTP 320: Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas – INSHT – España (48), Resolución 610 de 2010 (22)

Los Microorganismos Eficientes, son conocidos a partir de la investigación realizada en los años 80 por el Dr. Terugo Higa en Japón, que comprobó cómo estos microorganismos poseen múltiples funciones, beneficiando el medio donde se apliquen. Calero et al. (2018) expresa, estos microorganismos eficientes, es la unión de distintas especies, llegando a contener ochenta tipos de microorganismos, principalmente las bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras. Para Núñez (2018), los microorganismos pueden ser aeróbicos y anaeróbicos, viven en un ecosistema natural, los cuales no han sido alterados genéticamente, manteniendo un equilibrio natural entre otros microorganismos, beneficiando el ecosistema. Así mismo, los microorganismos eficientes mediante su acción con la materia orgánica, secretan sustancias como antioxidantes, vitaminas, ácidos orgánicos y enzimas que equilibran naturalmente el suelo a través de su efecto antioxidante, impulsando la descomposición de la materia orgánica (Alarcon, 2019, p.8).

Bacterias Fotosintéticas (*Rhodopseudomonas palustris*) estos microorganismos poseen la capacidad de desarrollarse con presencia o sin presencia de oxígeno, en caso que no exista oxígeno, captan la energía de la luz a través de la fotosíntesis y también pueden degradar los compuestos carbonados en donde el O<sub>2</sub> está presente, se encuentran en suelos y en aguas, sintetizan sustancias a partir de materia orgánica, gases dañinos, obteniendo aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias

bioactivas y azúcares, estimulando un buen desarrollo en las plantas, describe Vásquez (2019)

Bacterias Ácido Lácticas (*Lactobacilos spp*), los lactobacilos permiten una degradación más rápida de materia vegetal, estos producen ácido láctico ( $C_3H_6O_3$ ) mediante los azúcares y carbohidratos formados por los microorganismos fotosintéticos, este compuesto bactericida, reduce los microorganismos nocivos, mejorando la degradación de la materia orgánica llegando a actuar en compuestos recalcitrantes como la lignina y celulosa. Estas bacterias poseen un desarrollo lento y requieren de un ambiente de 30°C a 37°C.

Las levaduras, sintetizan las sustancias antimicrobiales a compuestos útiles para el desarrollo de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias generadas por las levaduras fomentan la división celular y son útiles para las bacterias ácido láctico y actinomicetos, la levadura ayuda a fermentar la materia orgánica, poseen vitaminas y aminoácidos.

Dentro de las condiciones necesarias para el desarrollo y aplicación de estos microorganismos eficientes, en caso de diluirse, estos nunca deben ser con algún fertilizante en cambio se utilizará agua de buena calidad, el grado de acidez ideal es de 6,5 pH y si este nivel no desciende se aplicaría vinagre como reductor de pH (Marca, 2017, p.9). Obtenidos comercialmente los microorganismos eficientes de forma líquida, se procede a su activación con la finalidad de obtener mayor población de microorganismos. La activación se realiza con la combinación de Microorganismos eficientes, 5% de melaza diluido en 90% de agua limpia, se procede a cerrar herméticamente esperando dos semanas hasta su fermentación, con un pH de 3.5 la activación está completa, teniendo en cuenta que la activación se realiza una vez para no perder la calidad de su función.

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:**

El presente estudio es de tipo aplicada, porque persigue una utilización inmediata de los conocimientos científicos obtenidos, buscando transformarlos en una nueva tecnología.

**Diseño de investigación:**

Hernández S. (2014), hace referencia a que los experimentos en una investigación, manipulan tratamientos, estímulos o intervenciones a las variables independientes, con el fin de observar sus efectos sobre las variables dependientes. La investigación se clasifica según su diseño de investigación experimental de tipo cuasi experimental, la asignación de grupos de control en el diseño cuasi experimental no es aleatoria mientras que el factor del estímulo es manipulado por el investigador (Segura, 2003).

**Nivel de investigación:**

En esta investigación decimos que el nivel de investigación es explicativo, según Hernández "Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno o por qué se relacionan dos o más variables" (Hernández *et al.*, 2014). Mediante el experimento, manipularemos las variables y se medirán sus cambios.

#### 3.2 Variables y operalización

**Variable independiente:** Microorganismos eficientes

**Definición conceptual:** Se entiende por Microorganismos eficientes (EM) a un grupo de especies microbianas cuya función es reducir problemáticas ambientales (fertilidad, mal olor, entre otros).

**Definición operacional:** Su medición se determinará mediante la eficiencia y días de aplicación del tratamiento con microorganismos eficientes.

**Variable dependiente:** Olores ofensivos

**Definición conceptual:** El olor ofensivo, es generado por sustancias, actividades o servicios los cuales provocan fastidio en las personas sin afectar la salud humana y la sustancia de olor ofensivo, por condiciones de tiempo de exposición o composición, causan olores desagradables, (FENAVI, 2018).

**Definición operacional:** Su medición se realizará mediante las características físicas de las pilas de compostaje y la caracterización del olor ofensivo

La matriz operacional, se encuentra en el anexo N°1.

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

#### **Población**

En este proyecto de investigación, la población está conformada por los residuos sólidos orgánicos de la Planta de valorización de residuos sólidos del Callao.

La ubicación de la planta, se observa en el siguiente mapa de ubicación (figura 01).

Figura 1. Ubicación Planta de valorización de residuos sólidos, adaptado de Google Earth

**MAPA DE UBICACIÓN - PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**



**UBICACIÓN A NIVEL PROVINCIAL**



**LEYENDA**

- Name  
 PLANTA DE VALORIZACIÓN
- Name  
 ZONA DE COMPOSTAJE

**MAPA DE UBICACIÓN**

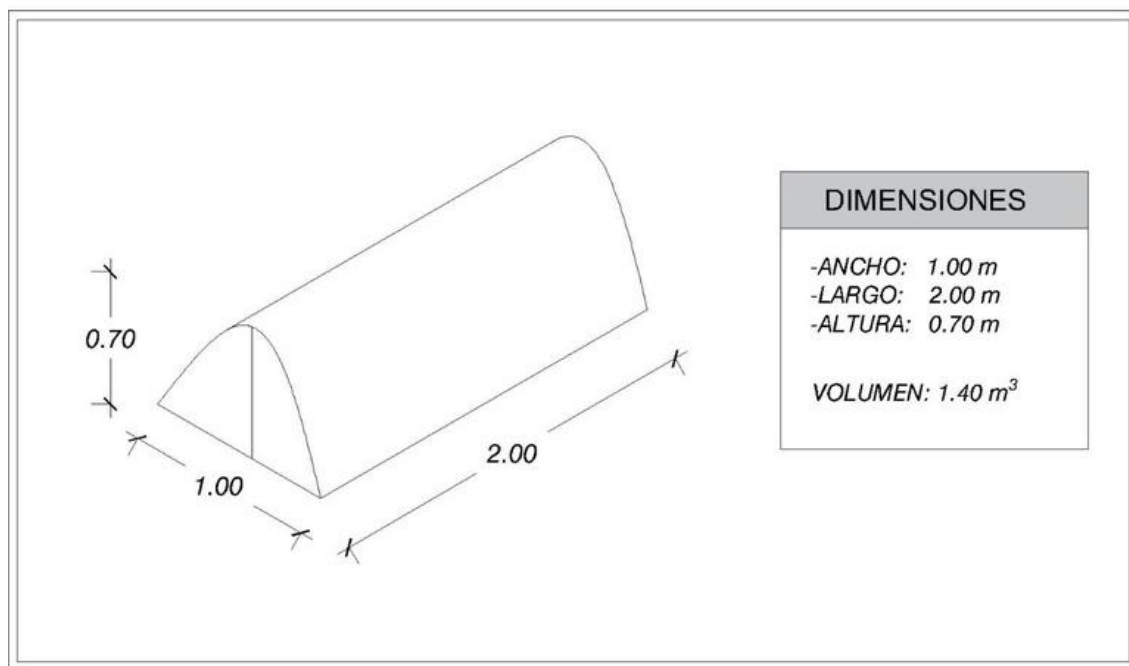
PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EMPLEANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES	
ELABORADO POR:	OTAZÚ CRUZ, JOHANA ROJAS LAZO, LIZET
ESCALA:	1:150.000

## Muestra

### Técnica Analítica:

La muestra para el presente trabajo de investigación, consta de 1 prueba control (pila 0) y 3 unidades experimentales (denominadas pilas de compostaje 1 ,2 y 3). Sus dimensiones fueron de 2.00 m de largo, 1.00 m ancho y 0.70 m de altura, con un peso de 200 kg en cada pila de compostaje, conformando un total de 800 kg de residuos sólidos orgánicos municipales; como se observa en la Figura 2.

**Figura 2.** Dimensiones de las Pilas de Compostaje



Fuente: Elaboración propia

### Técnica Sensorial:

Para las encuestas realizadas, se tomó como muestra a 10 participantes, los cuales eran trabajadores de la planta de valorización de residuos sólidos, en el Callao.

## Muestreo

Para Otzen y Manterola (2017, p.10), el muestreo no probabilístico por conveniencia, permite seleccionar casos accesibles que favorecen la accesibilidad y proximidad del sujeto.



Para el desarrollo del proyecto de investigación se empleó el muestreo no probabilístico por conveniencia o intencional, lo que permitió tener una mejor accesibilidad y disposición en la obtención de la muestra de los residuos sólidos orgánicos en la planta de valorización de residuos orgánicos.

**Unidad de análisis:**

Para la presente investigación la unidad de análisis fueron los olores ofensivos presentes en el proceso de compostaje de la planta de valorización de residuos orgánicos.

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

**Técnicas De Recolección De Datos**

Entre las técnicas utilizadas en esta investigación tenemos la observación, encuesta y análisis de datos. Se pretende que, a base de las 5 etapas de recolección de datos, se determine el control de olores ofensivos con la aplicación de microorganismos eficientes, las técnicas se visualizan en la siguiente Tabla 03.

**Tabla 3. Técnicas de recolección de datos**

Etapa		Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Recolección de información		Tesis, artículos científicos, revistas científicas	Revisión bibliográfica	Bibliografía	Antecedentes y el marco teórico del tema de investigación
Identificación y preparación de las pilas de compostaje		Investigadores	Observación	Ficha I: Registro de identificación, temperatura y humedad en las pilas de compostaje	Temperatura, humedad en las pilas de compostaje
Activación de Microorganismos Eficientes		Empresa Bioforesta S.A.C.	Observación	Ficha II: Dosificación y días de aplicación de microorganismos eficientes	La activación de los microorganismos eficientes
Aplicación de Microorganismos Eficientes		Investigadores	Observación		Evaluación del mejor tratamiento
Caracterización de olores ofensivos	Técnica sensorial (psicometría)	Encuestados e investigadores	Encuesta	Encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores	Análisis de los resultados de encuestas
	Técnica analítica (sensor electrónico)	Investigadores	Observación	Ficha III: Eficiencia del control de olores ofensivos	Obtención de las concentraciones en las pilas de compostaje
Evaluación de eficiencia de los microorganismos eficientes sobre el control de olores ofensivos		Investigadores	Observación		Eficiencia de microorganismos eficientes

Fuente: Elaboración propia.

## Instrumentos de Recolección de Datos

En esta investigación, se realizaron los siguientes instrumentos para la correcta recolección de datos, a partir del anexo N°2, se observa detalladamente el contenido de:

- Ficha I: Registro de identificación, temperatura y humedad en las pilas de compostaje
- Ficha II: Dosificación y días de aplicación de microorganismos eficientes
- Encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores
- Ficha III: Eficiencia del control de olores ofensivos

Respecto a la validez de los instrumentos, estos fueron presentados a 3 ingenieros profesionales colegiados (Tabla 4) con el fin de validar la coherencia y calidad de los instrumentos empleados en este proyecto de investigación. Las fichas de validación se encuentran en el anexo N°6.

**Tabla 4.** Validación de los instrumentos

Validador	Aceptable	Porcentaje de aprobación
Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez	X	90%
Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez	X	90%
Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo	X	85%

Fuente: elaboración propia.

La confiabilidad, en esta investigación se respaldó mediante los instrumentos de recolección de datos que fueron validados (Ficha I, II, III y encuesta), puesto que, presentaron la información necesaria para la recolección de datos en campo y así cumplió con los resultados requeridos de la investigación.

En la figura 03, se observó el procedimiento mediante las etapas en que se desarrolló el proyecto de investigación, a continuación, se presentan las etapas detalladas.

### 3.5 Procedimiento

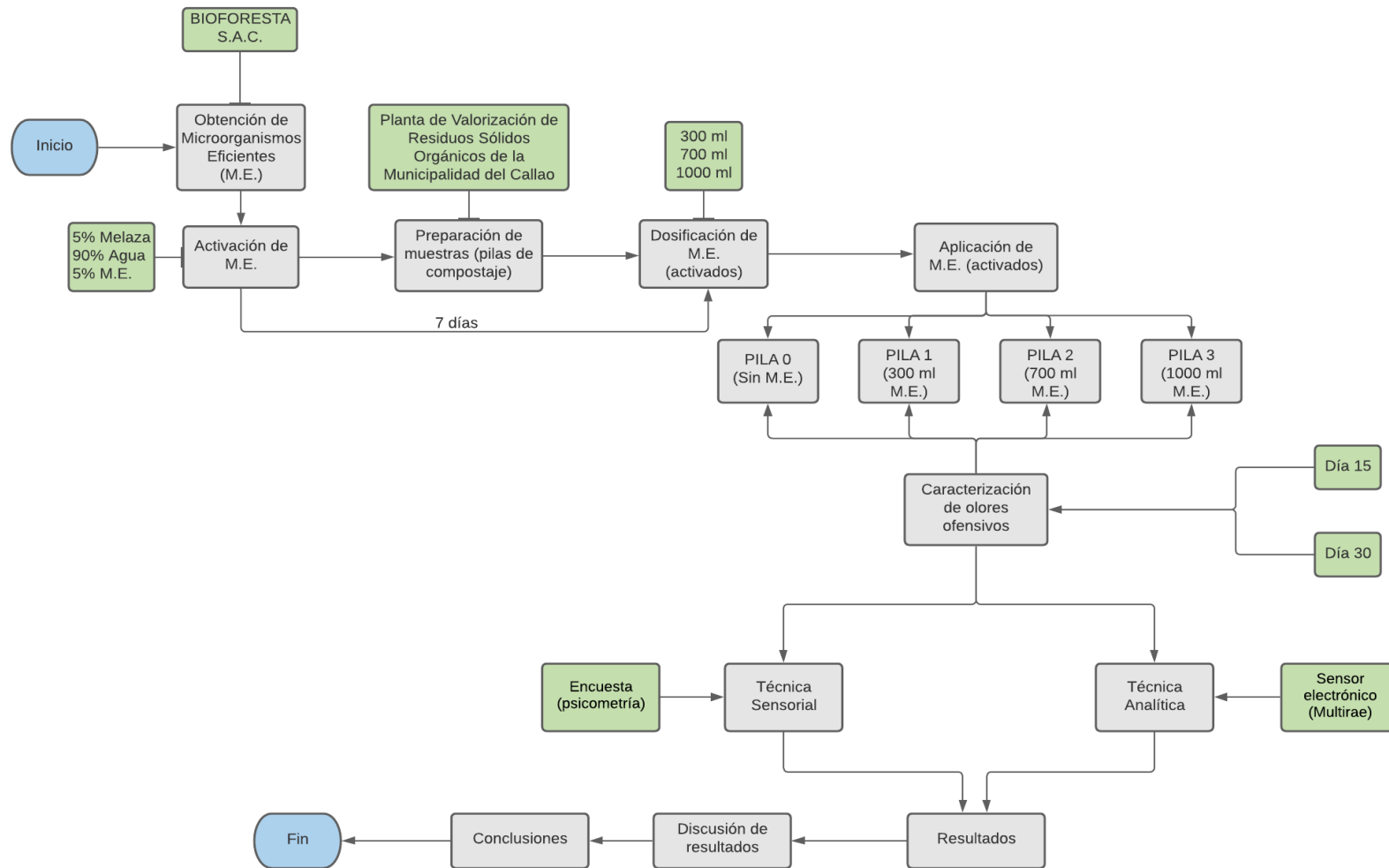


Figura 03. Procedimiento del proyecto

#### Etapa: Identificación y preparación de las pilas de compostaje

Para esta etapa, se recolectaron los residuos sólidos orgánicos (resto de poda, hojas secas, ramas) de los parques y jardines del Callao y depositados en el área de compostaje, para la preparación del área de trabajo se delimitó las 4 pilas de compostaje, cada una con las siguientes dimensiones: 2 m de largo, 1m ancho y 70 cm de altura con una capacidad de 200 kg de material a compostar en cada pila de compostaje. Para el acondicionamiento, cada pila de compostaje tuvo como primera capa el material seco (hojas secas, ramas y resto de poda seco), como segunda capa se añadió el material fresco (cáscara de fruta, verduras y resto de poda) y como última capa, nuevamente se añadió el material seco.

Se enumeró cada pila de compostaje para su identificación, el riego se realizó 2 veces por semana y el volteo una vez por semana, hasta el final del proceso de compostaje. Se controló la humedad y temperatura y se esperó a que las pilas se encuentren en la etapa termófila (día 15) para la aplicación de microorganismos eficientes.

#### Etapa: Activación de Microorganismos Eficientes

En esta etapa se compraron 2L de microorganismos eficientes, mediante la empresa Bioforesta S.A.C., como estos microorganismos se encontraban en un estado de latencia, era necesaria su activación. La activación se realizó mediante la mezcla de 2L. de melaza (5%), 40L. de agua (90%) y 2L. de microorganismos eficientes (5%), en un recipiente limpio, luego de ello se dejó fermentar 7 días bajo sombra.

#### Etapa: Caracterización de olores ofensivos

La caracterización se dividió en la utilización de dos técnicas: la sensorial y la analítica, realizándose el día 15 y día 30 del proceso de compostaje.

#### Técnica analítica

Se realizó con un sensor electrónico MultiRAE, el cual detectó las concentraciones de las sustancias que producen olores ofensivos en la etapa termófila del proceso de compostaje. Se procedió a realizar el monitoreo, llevando el equipo al área a monitorear con mediciones a la altura de la cintura y rodillas en un tiempo de 15 minutos por punto a monitorear (pilas de compostaje).

Técnica sensorial:

La técnica sensorial se realizó mediante la encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores (anexo N°3), realizada a los trabajadores de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos del Callao, con el fin de determinar mediante la percepción de las personas si los olores presentes en las pilas de compostaje generaron molestias a los trabajadores.

Etapa: Aplicación de Microorganismos Eficientes

Pasado los 7 días de activación, se dosificaron los microorganismos eficientes con las siguientes cantidades 300 ml, 700 ml, 1000 ml y se añadieron en una bomba de fumigación manual. La aplicación de microorganismos eficientes en las pilas 1 ,2 y 3 de compostaje, inició el día 15 (fase termófila) y continuó diariamente hasta la tercera semana de la etapa termófila. Así mismo se realizaron las mediciones diarias de temperatura y humedad.

Etapa: Evaluación de eficiencia de los microorganismos eficientes sobre el control de olores ofensivos

Como etapa final, la evaluación de la eficiencia de los microorganismos eficientes sobre las pilas de compostaje, se determinó mediante las concentraciones de sustancias obtenidas antes y después de la aplicación de los microorganismos eficientes, mediante la siguiente fórmula:

$$Eficiencia (\%) = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

Donde:

Ci: Concentración inicial

Cf: Concentración final

Obtenidos los resultados de eficiencia de cada sustancia, se realizó el promedio de eficiencia para cada pila de compostaje.

### 3.6. Método de análisis de datos

El presente trabajo de investigación se encontró realizado por tres tratamientos, teniendo 200 kg de residuos sólidos orgánicos de parques y jardines como unidad experimental (ver Tabla 05), donde, los datos fueron medidos de manera In Situ mediante el uso del MultiRAE (medidor de gases), obteniendo las concentraciones de las sustancias que producen olores ofensivos antes y después de la aplicación de los distintos tratamientos por dosis de los microorganismos eficientes, en la cual fueron representados en gráficos y tablas realizados mediante el Software SPSS.

**Tabla 5.** *Distribución de tratamientos*

Tratamientos	Dosis	Unidad experimental
Tratamiento 1	300 ml	200 kg
Tratamiento 2	700 ml	200 kg
Tratamiento 3	1000 ml	200 kg

Fuente: elaboración propia.

Se realizaron las pruebas estadísticas mediante el software SPSS, ejecutando el análisis de normalidad y varianza de los tratamientos.

### 3.7. Aspectos éticos

Dentro de nuestros aspectos éticos como estudiantes, describimos las siguientes características que hicieron de nuestro proyecto de investigación, un trabajo correctamente elaborado: El trabajo de investigación fue filtrado por el programa Turnitin, el cual brindó un porcentaje de 15% (anexo N°9). Así mismo, acatamos las normas éticas para el desarrollo de la investigación mediante la Resolución del consejo universitario N° 0262-2020/UCV (Código de ética), la validación de los instrumentos por los docentes colegiados del centro universitario, la ISO 690 (Línea de investigación) y por último con el consentimiento de la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos de la Municipalidad Provincial del Callao.

## IV. RESULTADOS

### 3.1 Identificación de temperatura y humedad en las pilas de compostaje

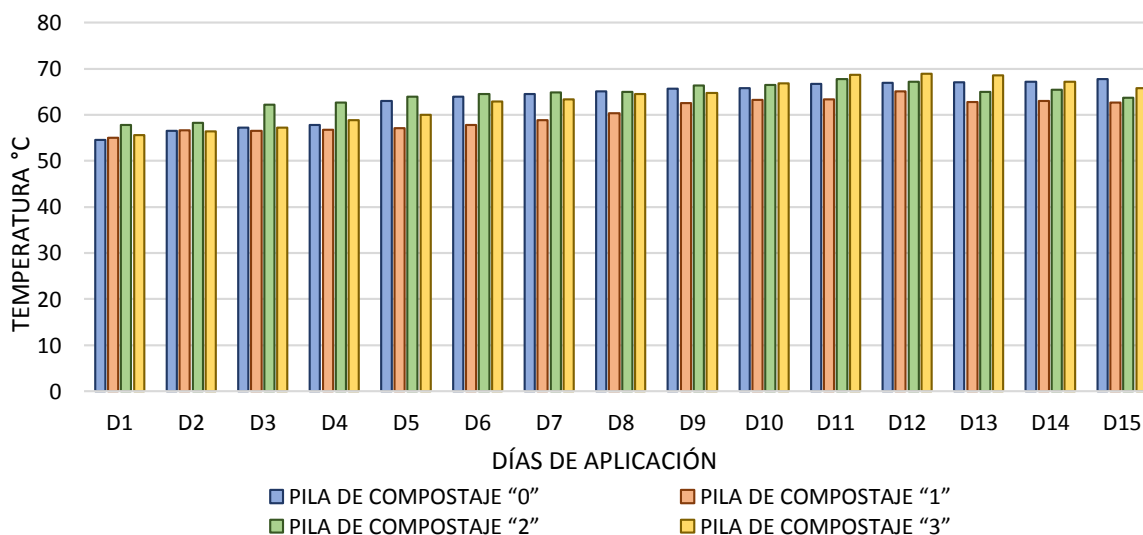
**Tabla 6.** Temperatura de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento

Días de aplicación	Temperatura (°C)			
	Pila de compostaje "0"	Pila de compostaje "1"	Pila de compostaje "2"	Pila de compostaje "3"
D1	54.6	55.0	57.8	55.6
D2	56.5	56.6	58.2	56.4
D3	57.2	56.5	62.2	57.2
D4	57.8	56.8	62.7	58.8
D5	63.0	57.1	63.9	60.0
D6	63.9	57.8	64.5	62.9
D7	64.5	58.8	64.8	63.4
D8	65.1	60.3	65.0	64.5
D9	65.7	62.5	66.3	64.7
D10	65.8	63.2	66.5	66.8
D11	66.7	63.3	67.7	68.7
D12	66.9	65.1	67.2	68.9
D13	67.0	62.8	65.0	68.5
D14	67.2	63.0	65.4	67.2
D15	67.8	62.7	63.7	65.8

Fuente: elaboración propia.

Nota. D1: 1er día de aplicación de microorganismos eficientes

**Figura 4.** Temperatura de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento



Fuente: elaboración propia.



En la Tabla 6 y Figura 4 se presentan los resultados obtenidos en la medición de la temperatura durante el tratamiento. La pila de compostaje “0” tuvo un rango de 54.6°C – 67.8°C, la pila de compostaje “1” tuvo un rango de 55°C – 65.1°C, la pila de compostaje “2” tuvo un rango de 57.8°C – 67.7°C y la pila de compostaje “3” tuvo un rango de 55.6°C – 68.9°C.

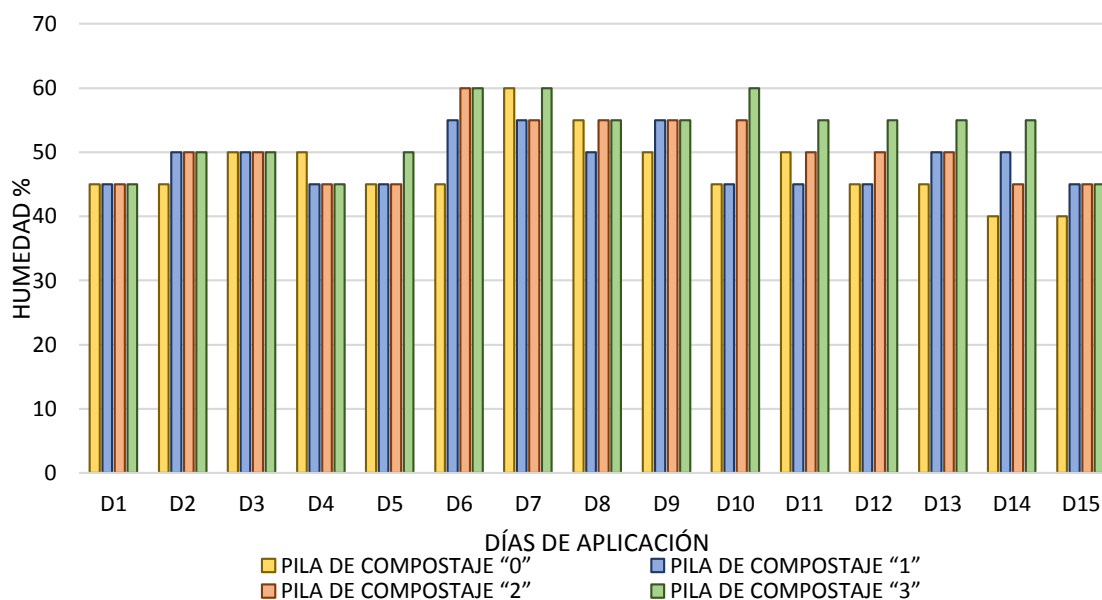
**Tabla 7.** *Humedad de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento*

Días de aplicación	Humedad (%)			
	Pila de compostaje “0”	Pila de compostaje “1”	Pila de compostaje “2”	Pila de compostaje “3”
D1	45	45	45	45
D2	45	50	50	50
D3	50	50	50	50
D4	50	45	45	45
D5	45	45	45	50
D6	45	55	60	60
D7	60	55	55	60
D8	55	50	55	55
D9	50	55	55	55
D10	45	45	55	60
D11	50	45	50	55
D12	45	45	50	55
D13	45	50	50	55
D14	40	50	45	55
D15	40	45	45	45

Fuente: elaboración propia.

*Nota.* D1: 1er día de aplicación de microorganismos eficientes

**Figura 5.** Humedad de las pilas de compostaje en los diferentes días de aplicación del tratamiento



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7 y Figura 5, los resultados de la humedad durante el tratamiento fueron los siguientes: pila de compostaje "0" tuvo un rango de 40% - 60%, en la pila de compostaje "1" tuvo un rango de 45% - 55%, pila de compostaje "2" tuvo un rango de 45% - 60% y la pila de compostaje "3" tuvo un rango de 45% - 60%.

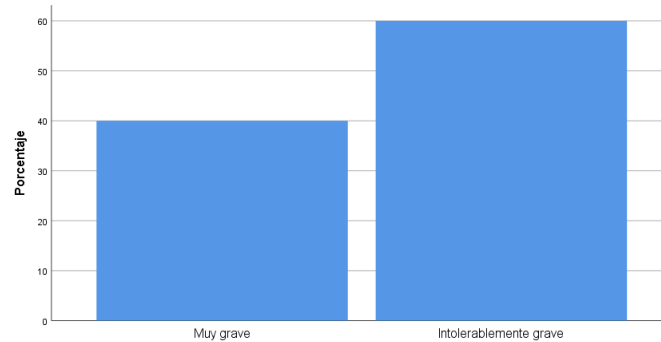
### 3.2 Caracterización de olores ofensivos - encuesta

**Tabla 8.** Pregunta N°1 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "0"?	Encuestados	Porcentaje
Muy grave	4	40%
Intolerablemente grave	6	60%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 6.** *Pregunta N°1 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes.*



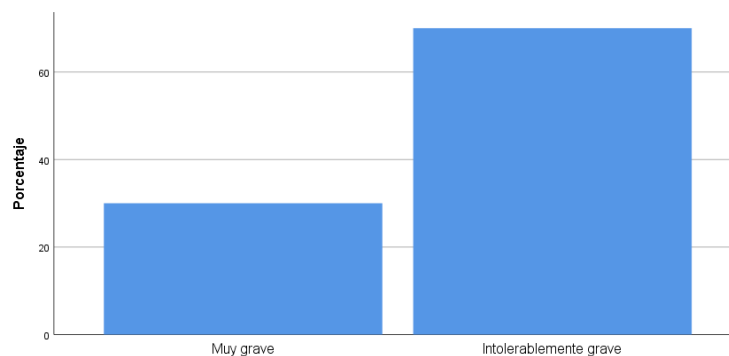
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 9.** *Pregunta N°1 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "0"?	Encuestados	Porcentaje
Muy grave	3	30%
Intolerablemente grave	7	70%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 7.** *Pregunta N°1 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 8 y Figura 6, se obtuvo que, el 60% de los encuestados, consideraron que la severidad de los olores era "Intolerablemente grave" y el 40% indicó que el olor era "Muy grave". En la Tabla 9 y Figura 7, el 70% de los encuestados indicaron que los

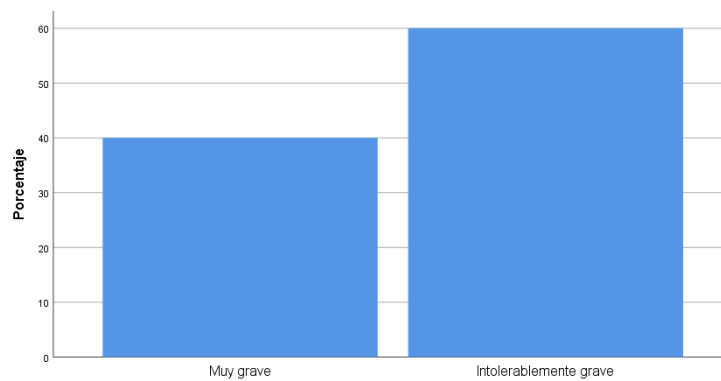
olores de la pila de compostaje de control eran “Intolerablemente grave”, para el 30% “Muy grave”.

**Tabla 10.** *Pregunta N°2 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "1"?	Encuestados	Porcentaje
Muy grave	4	40%
Intolerablemente grave	6	60%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 8.** *Pregunta N°2 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



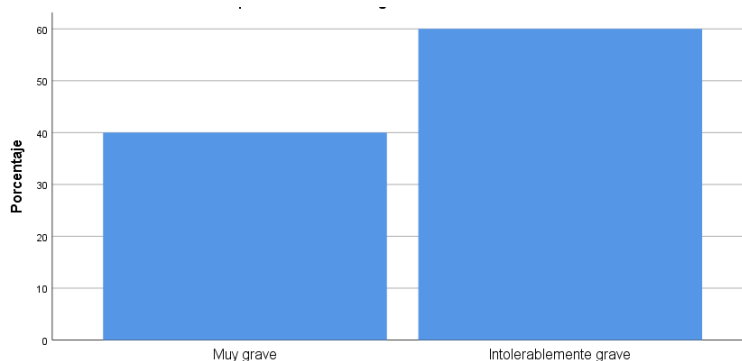
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 11.** *Pregunta N°2 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "1"?	Encuestados	Porcentaje
Muy grave	4	40%
Intolerablemente grave	6	60%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 9.** *Pregunta N°2 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

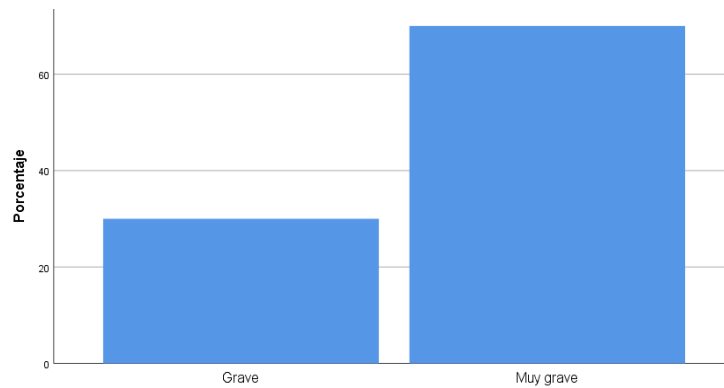
En la Tabla 10 y Figura 8, se obtuvo que, el 60% de los encuestados, consideraron que la severidad de los olores era “Intolerablemente grave” y el 40% indicó que el olor era “Muy grave”. En la Tabla 11 y Figura 9, el 60% de los encuestados indicaron que los olores de la pila de compostaje de control eran “Intolerablemente grave” y para el 40% “Muy grave”.

**Tabla 12.** *Pregunta N°3 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "2"?	Encuestados	Porcentaje
Muy grave	7	70%
Grave	3	30%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 10.** *Pregunta N°3 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes.*



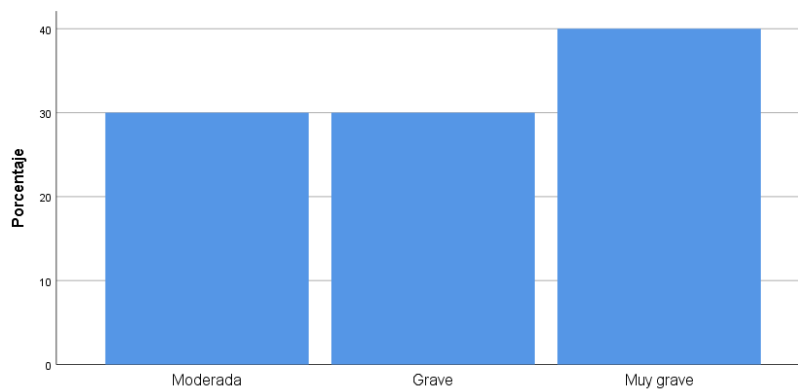
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 13.** *Pregunta N°3 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "2"?	Encuestados	Porcentaje
Muy grave	4	40%
Grave	3	30%
Moderada	3	30%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 11.** *Pregunta N°3 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

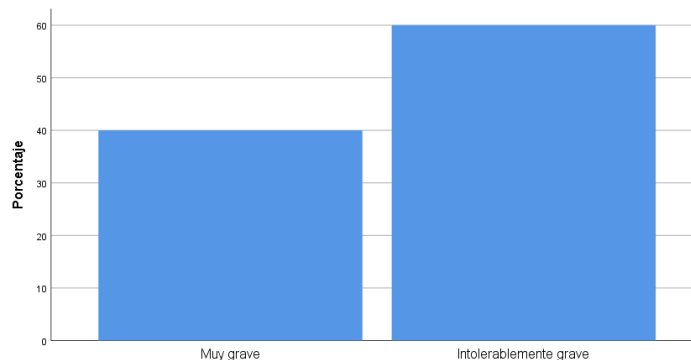
En la Tabla 12 y Figura 10, se obtuvo que, el 70% de los encuestados, consideraron que la severidad de los olores era “Muy grave” y el 30% indicó que el olor era “Grave”. En la Tabla 13 y Figura 11, el 40% de los encuestados indicaron que los olores de la pila de compostaje de control eran “Muy grave”, para el 30% “Grave” y el otro 30% “Moderada”.

**Tabla 14.** *Pregunta N°4 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "3"?	Encuestados	Porcentaje
Intolerablemente grave	6	60%
Muy grave	4	40%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 12.** *Pregunta N°4 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

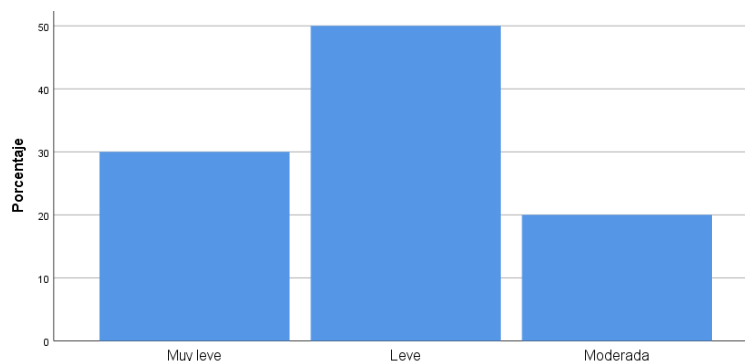
**Tabla 15.** *Pregunta N°4 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "3"?	Encuestados	Porcentaje
Moderada	2	20%
Leve	5	50%
Muy leve	3	30%

Total	10	100%
-------	----	------

Fuente: elaboración propia.

**Figura 13.** Pregunta N°4 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 14 y Figura 12, se obtuvo que, el 60% de los encuestados, consideraron que la severidad de los olores era “Intolerablemente grave” y el 40% indicó que el olor era “Muy grave”. En la Tabla 15 y Figura 13, el 50% de los encuestados indicaron que los olores de la pila de compostaje de control eran “Leves”, para el 30% “Muy leve” y para el 20% restante “Moderada”.

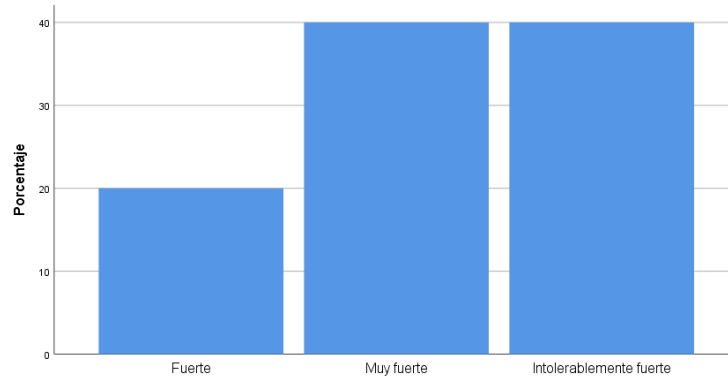
**Tabla 16.** Pregunta N°5 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "0"?	Encuestados	Porcentaje
Intolerablemente fuerte	4	40%
Muy fuerte	4	40%
Fuerte	2	20%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.



**Figura 14.** *Pregunta N°5 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



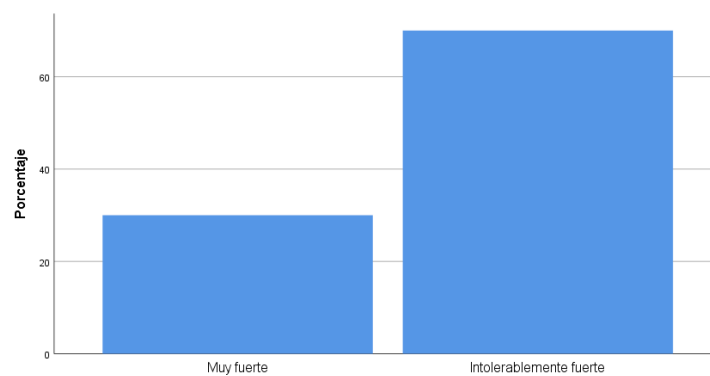
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 17.** *Pregunta N°5 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "0"?	Encuestados	Porcentaje
Intolerablemente fuerte	7	70%
Muy fuerte	3	30%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 15.** *Pregunta N°5 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

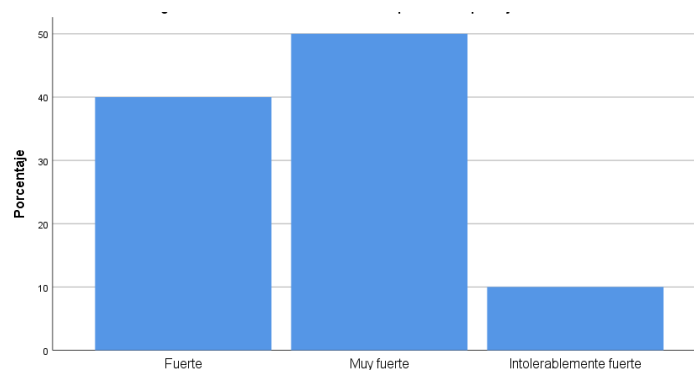
En la Tabla 16 y Figura 14, se evidenció que, el 40% de los encuestados declararon que el olor es “intolerablemente fuerte”, para el otro 40% “Muy fuerte” y para el 20% los olores fueron fuertes. En la Tabla 17 y Figura 15, la percepción de los encuestados aumentó, el 70% indicó que la intensidad era “intolerablemente fuerte” y el otro 30% “Muy fuerte”.

**Tabla 18.** *Pregunta N°6 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "1"?	Encuestados	Porcentaje
Intolerablemente fuerte	1	10%
Muy fuerte	5	50%
Fuerte	4	40%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 16.** *Pregunta N°6 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

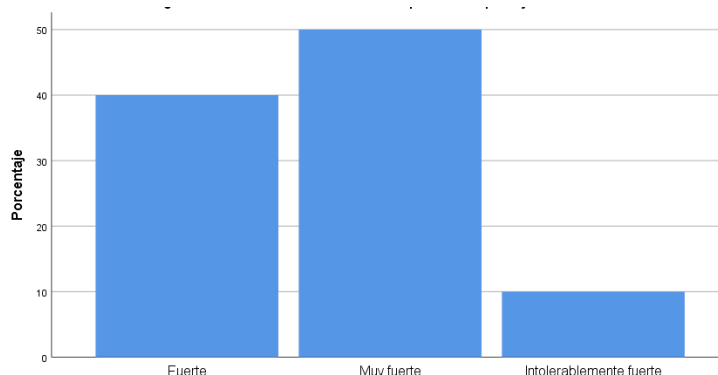
**Tabla 19.** *Pregunta N°6 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "1"?	Encuestados	Porcentaje
Intolerablemente fuerte	1	10%
Muy fuerte	5	50%
Fuerte	4	40%

Total	10	100%
-------	----	------

Fuente: elaboración propia.

**Figura 17.** Pregunta N°6 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes



Fuente: elaboración propia.

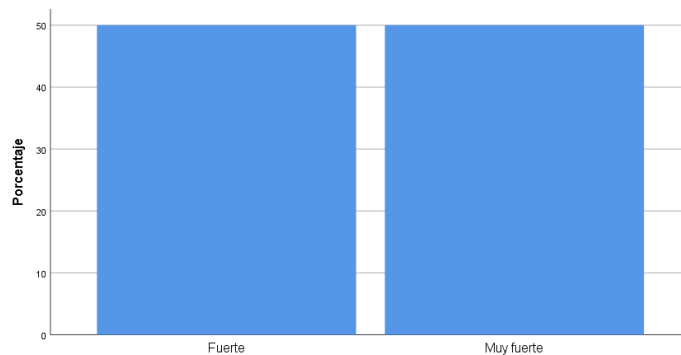
En la Tabla 18 y Figura 16, se evidenció que, el 50% de los encuestados declararon que el olor es “Muy fuerte”, para el 40% los olores fueron “Fuertes” y para el 10% de los olores se consideraron “Intolerablemente fuerte”. En la Tabla 19 y Figura 17, los resultados se mantuvieron iguales.

**Tabla 20.** Pregunta N°7 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "2"?	Encuestados	Porcentaje
Muy fuerte	5	50%
Fuerte	5	50%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 18.** Pregunta N°7 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes



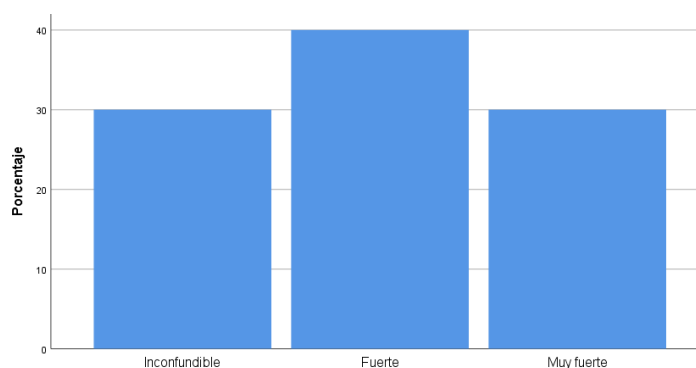
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 21.** *Pregunta N°7 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "2"?	Encuestados	Porcentaje
Intolerablemente fuerte	3	30%
Muy fuerte	4	40%
Fuerte	3	30%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 19.** *Pregunta N°7 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 20 y Figura 18, se evidenció que, el 50% de los encuestados declararon que el olor es “muy fuerte” y el otro 50% indicaron que eran “fuertes”. En la Tabla 21 y Figura 19, se puede observar una disminución en los resultados, siendo el 40% de

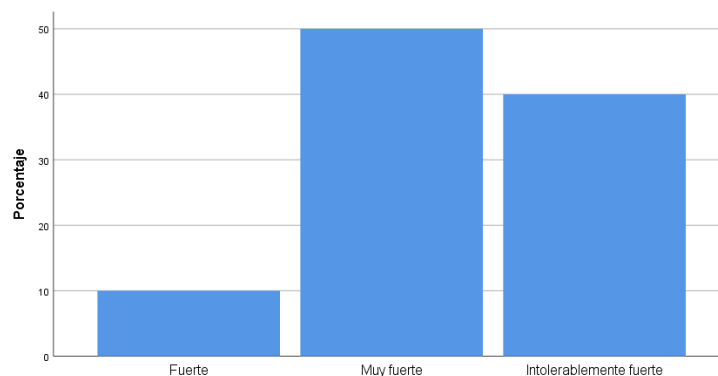
la población que indicaron que el olor era “fuerte” y el 30% indicó que los olores fueron “muy fuertes” e “inconfundible”.

**Tabla 22.** *Pregunta N°8 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "3"?	Encuestados	Porcentaje
Intolerablemente fuerte	5	50%
Muy fuerte	4	40%
Fuerte	1	10%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 20.** *Pregunta N°8 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



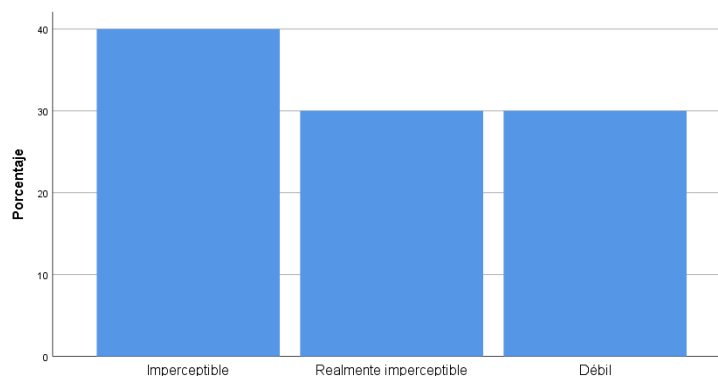
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 23.** *Pregunta N°8 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "3"?	Encuestados	Porcentaje
Débil	3	30%
Realmente imperceptible	3	30%
Imperceptible	4	40%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 21.** *Pregunta N°8 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

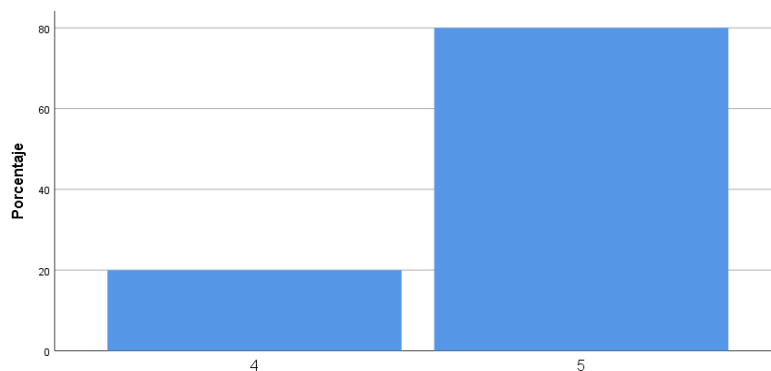
En la Tabla 22 y Figura 20, se evidenció que, el 50% de los encuestados declararon que el olor es “Muy fuerte”, el 40% indicó que eran “Intolerablemente fuerte” y el 10 % indicó que eran “Fuertes”. En la Tabla 23 y Figura 21, se pudo observar una disminución en la percepción de la intensidad, siendo el 40% de la población que indicaron que el olor era “Imperceptible” y el 30% indicó que los olores fueron “Realmente imperceptible” y “Débil”.

**Tabla 24.** *Pregunta N°9 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "0" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
5	8	80%
4	2	20%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 22.** *Pregunta N°9 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



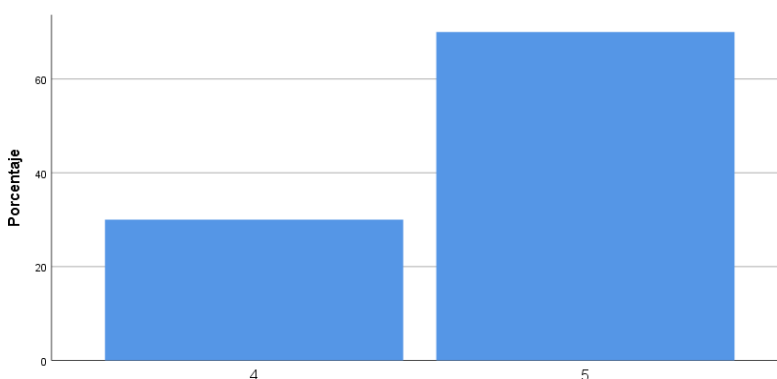
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 25.** *Pregunta N°9 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "0" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
5	7	70%
4	3	30%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 23.** *Pregunta N°9 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 24 y Figura 22, el 80% de los encuestados calificó la molestia de olor en 5, considerándose un nivel muy alto y el 20% calificó la molestia en 4, considerándose

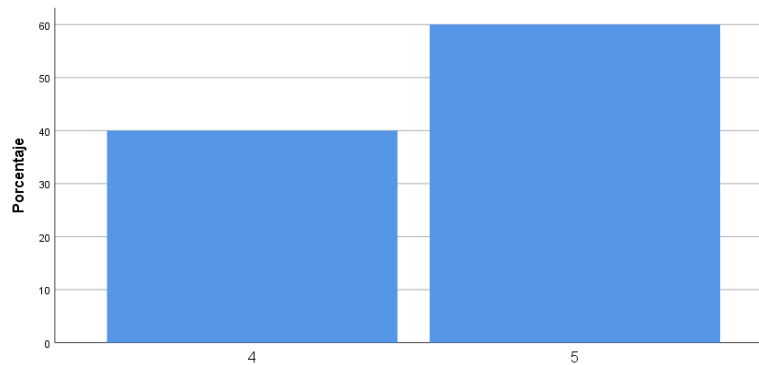
un nivel alto. Mientras que en la Tabla 25 y Figura 23 el 70% calificó la molestia en 5 y el 30% calificó la molestia en 4.

**Tabla 26.** *Pregunta N°10 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "1" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
5	6	60%
4	4	40%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 24.** *Pregunta N°10 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

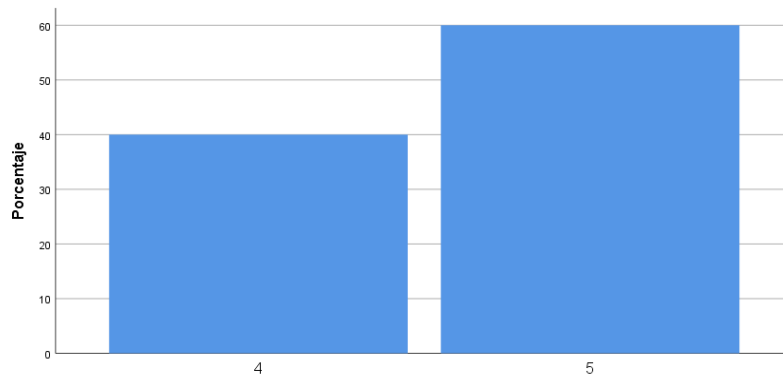
**Tabla 27.** *Pregunta N°10 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "1" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
5	6	60%
4	4	40%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.



**Figura 25.** *Pregunta N°10 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

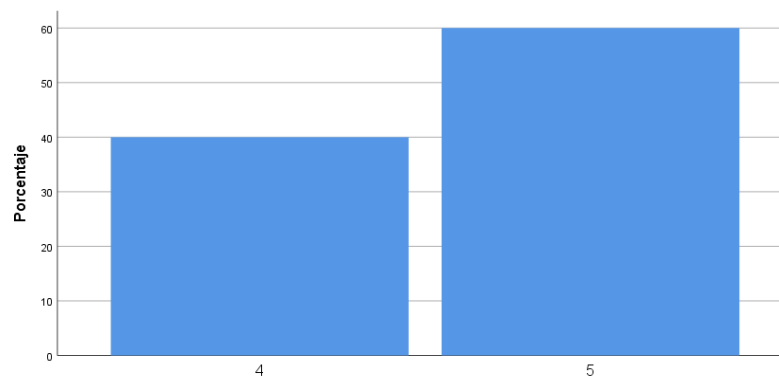
En la Tabla 26 y Figura 24, el 60% de los encuestados calificó la molestia de olor en 5, considerándose un nivel muy alto y el 40% calificó la molestia en 4, considerándose un nivel alto y en la Tabla 27 y Figura 25 los valores se mantuvieron igual.

**Tabla 28.** *Pregunta N°11 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "2" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
5	6	60%
4	4	40%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 26.** *Pregunta N°11 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



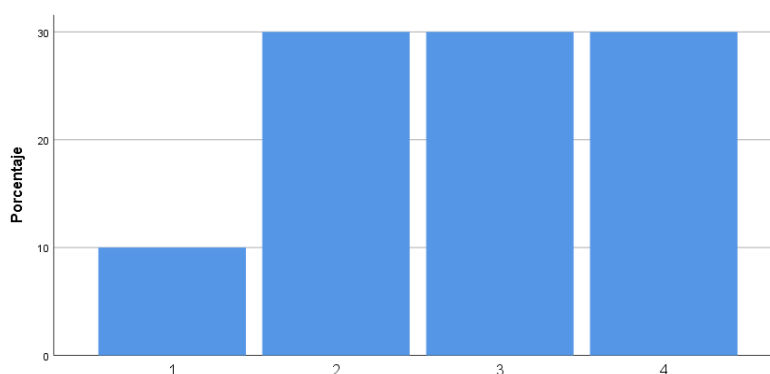
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 29.** *Pregunta N°11 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "2" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
4	3	30%
3	3	30%
2	3	30%
1	1	10%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 27.** *Pregunta N°11 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 28 y Figura 26, el 60% de los encuestados calificó la molestia de olor en 5, considerándose un nivel muy alto y el 40% calificó la molestia en 4, considerándose un nivel alto. Mientras que en la Tabla 29 y Figura 27, los porcentajes disminuyeron 30% y 10%.

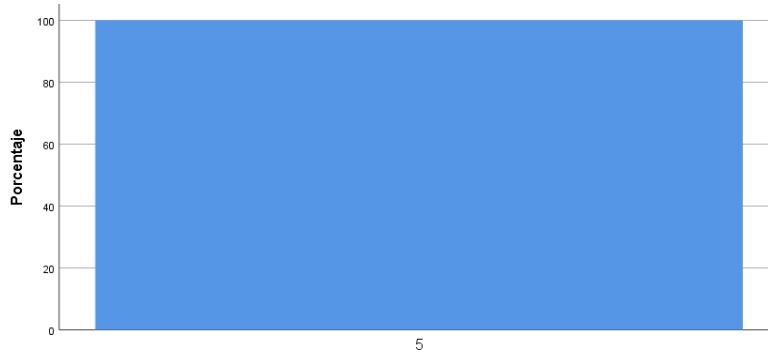
**Tabla 30.** *Pregunta N°12 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "3" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
---	-------------	------------

5	10	100%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 28.** *Pregunta N°12 de encuesta antes de la aplicación de microorganismos eficientes*



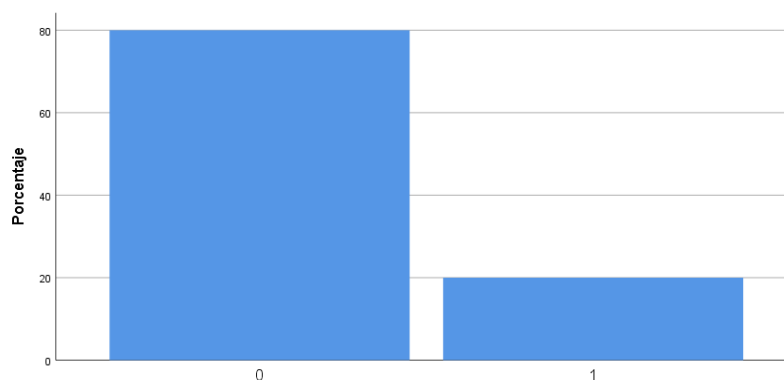
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 31.** *Pregunta N°12 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*

¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "3" con el siguiente termómetro?	Encuestados	Porcentaje
1	2	20%
0	8	80%
Total	10	100%

Fuente: elaboración propia.

**Figura 29.** *Pregunta N°12 de encuesta después de la aplicación de microorganismos eficientes*



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 30 y Figura 28, el 100% de los encuestados calificó la molestia de olor en 5, considerándose un nivel muy alto. Mientras que en la Tabla 31 y Figura 29 el 80% calificó la molestia en 0 y el 20% calificó la molestia en 1, considerándose bajo.

### 3.3 Eficiencia de los microorganismos eficientes sobre el control de olores ofensivos

**Tabla 32.** Eficiencia del control de olores ofensivos en la pila de compostaje “1”

EFICIENCIA DEL CONTROL DE OLORES OFENSIVOS					
Pila de compostaje 1		Concentración inicial (ppm)	Concentración final (ppm)	Eficiencia (%)	Promedio de eficiencia pila 1
Sustancias que producen olores ofensivos	Sulfuro de hidrógeno	0,8	0	100	14%
	Amoniaco	38,8	38,8	0	
	□-Pineno	1,24	1,24	0	
	□-Pineno	1,48	1,48	0	
	Tolueno	2	2	0	
	Fenol	4	4	0	
	o-Xileno	2,36	2,36	0	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 33.** Eficiencia del control de olores ofensivos en la pila de compostaje “2”

EFICIENCIA DEL CONTROL DE OLORES OFENSIVOS					
Pila de compostaje 2		Concentración inicial (ppm)	Concentración final (ppm)	Eficiencia (%)	Promedio de eficiencia pila 2
Sustancias que producen olores ofensivos	Sulfuro de hidrógeno	0	0	0	57%
	Amoniaco	29,1	9,7	66,6	
	□-Pineno	0,93	0,31	66,6	
	□-Pineno	1,11	0,37	66,6	
	Tolueno	1,5	0,5	66,6	

	<b>Fenol</b>	3	1	66,6	
	<b>o-Xileno</b>	1,77	0,59	66,6	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 34.** Eficiencia del control de olores ofensivos en la pila de compostaje “3”

EFICIENCIA DEL CONTROL DE OLORES OFENSIVOS					
Pila de compostaje 3		Concentración inicial (ppm)	Concentración final (ppm)	Eficiencia (%)	Promedio de eficiencia pila 3
Sustancias que producen olores ofensivos	<b>Sulfuro de hidrógeno</b>	0	0	100	100%
	<b>Amoniaco</b>	48,5	0	100	
	<b>□-Pino</b>	1,55	0	100	
	<b>□-Pino</b>	1,85	0	100	
	<b>Tolueno</b>	2,5	0	100	
	<b>Fenol</b>	5	0	100	
	<b>o-Xileno</b>	2,95	0	100	

Fuente: Elaboración Propia

De las Tablas 32, 33 y 34, se obtuvieron los siguientes resultados: en la pila de compostaje “1” la eficiencia fue del 14%; En la pila de compostaje “2” la eficiencia fue del 57%, mientras que, en la pila de compostaje “3”, la eficiencia fue del 100%, siendo este último el tratamiento más eficiente sobre el control de olores ofensivos.

### 3.4 Prueba de Normalidad

En esta sección se contrastaron las hipótesis planteadas del presente trabajo de investigación, en primer lugar, se realizó la prueba de normalidad; Como se trabajaron con muestras menores a 50, se tomó la significancia del estadígrafo Shapiro-Wilk para determinar si los datos provenían de una distribución normal o no.

Para el cálculo de la Normalidad, se consideró lo siguiente:

Planteo de hipótesis:

Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Nivel de significancia:

$\alpha = 0,05$

Criterio de decisión:

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y acepto la Ha

Si  $p \geq 0,05$  aceptamos la Ho y rechazamos la Ha

**Tabla 35.** Prueba de Normalidad

Prueba de Normalidad							
Concentración final	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	1	,445	7	,000	,536	7	,000
	2	,445	7	,000	,536	7	,000
	3	.	7	.	.	7	.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Empleando el programa SPSS versión 25, se ingresaron las concentraciones finales de las sustancias que producen olores ofensivos tratados con las 3 dosis de microorganismos eficientes. Se observó que,  $p = 0.000 < 0.05$ , por lo tanto, los datos no tuvieron una distribución normal.

### 3.5 Prueba de contraste de hipótesis

Como los datos no tuvieron una distribución normal, se contrastaron las hipótesis con la estadística no paramétrica de Kruskal Wallis, usado para comparar las medias de las concentraciones obtenidas después de la aplicación de microorganismos eficientes, para ello se plantearon las siguientes hipótesis.

Planteo de hipótesis general:

Ho: Los microorganismos eficientes no controlan satisfactoriamente los olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, Callao 2021.

Ha: Los microorganismos eficientes controlan satisfactoriamente los olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, Callao 2021.

Planteo de hipótesis específica 1:

Ho: El mejor tratamiento de microorganismos eficientes que favorece el control de olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos no es de 1000 ml.

Ha: El mejor tratamiento de microorganismos eficientes que favorece el control de olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos es de 1000 ml.

Planteo de hipótesis específica 2:

Ho: Los días de aplicación de microorganismos eficientes no influyen significativamente en el control de olores ofensivos de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

Ha: Los días de aplicación de microorganismos eficientes influyen significativamente en el control de olores ofensivos de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

Planteo de hipótesis específica 3:

Ho: La mayor eficiencia del tratamiento con microorganismos eficientes que controlan los olores ofensivos no es del 90% en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

Ha: La mayor eficiencia del tratamiento con microorganismos eficientes que controlan los olores ofensivos es del 90% en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

Criterio de decisión:

Si  $p < 0,05$  rechazamos la Ho y acepto la Ha

Si  $p \geq 0,05$  aceptamos la Ho y rechazamos la Ha

**Tabla 36. Prueba de Kruskal-Wallis**

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de concentración final es la misma entre las categorías de tratamiento	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,002	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es 0,05.

Mediante el programa SPSS, se realizó el análisis de varianza con la prueba H de Kruskal Wallis, se observó que  $p= 0.002 < 0.05$ . Por lo tanto, se rechazaron las hipótesis nulas y se aceptaron las hipótesis alternas formuladas.



## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación, la temperatura en los 15 días de aplicación de microorganismos eficientes, se mantuvo en un rango de <54.6 y >68.9, como se puede observar en Tabla 6 y Figura 4. Bueno, Días y Cabrera (2017) informaron que la actividad microbiana por organismos termotolerantes genera el incremento de la temperatura en la etapa termófila del proceso de compostaje, así mismo la Norma de Calidad del Compost indica que la temperatura del compostaje debe mantenerse de 55°C a más, por ello, las pilas de compostaje “1”, “2” y “3” cumplieron con la norma establecida, mientras que la pila de compostaje “0” no cumplió con la temperatura establecida en el primer día de la etapa termófila.

En la Tabla 7 y Figura 5, la humedad obtenida durante el regado de las pilas de compostaje, estuvo dentro del rango de 45% - 50%. Para la FAO (Food and Agriculture Organization), el rango ideal para el proceso de compostaje es de 45% - 60% (2013) debido que, la presencia del agua es necesaria para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, por su función de transportar sustancias solubles que sirven de alimento a las células y los productos de deshecho generados durante el proceso. Cumpliendo con las condiciones de humedad en las pilas de compostaje indicado por la FAO.

Mediante el análisis sensorial por medio de la evaluación psicométrica (encuesta) adaptada de la Norma Técnica Colombiana NTC 6012-1, se determinó la percepción de los trabajadores sobre los olores ofensivos en las pilas de compostaje. Obteniendo que, en la segunda encuesta de la muestra control (pila de compostaje “0”) aumentaron los resultados de percepción, debido a que no se aplicaron microorganismos eficientes; En la pila de compostaje “1”, los resultados de la primera y segunda encuesta, fueron iguales, manteniendo la percepción sobre los olores ofensivos por el tratamiento con 300 ml de microorganismos eficientes, mientras que, en la pila de compostaje “2” hubo una leve disminución de la percepción de olores ofensivos. En la muestra pila de compostaje “3”, la aplicación de 1000 ml de microorganismos eficientes resultó favorable en sus resultados, dado que, la percepción de olores ofensivos disminuyó considerablemente. Demostrando la efectividad de la aplicación de microorganismos eficientes sobre el proceso de compostaje respecto a la percepción de los trabajadores, como lo afirman Del Águila

(2019) y Pashanasi y Ríos (2019) en sus investigaciones donde se aplicó la encuesta como método para determinar la percepción sobre los olores.

En la determinación de la eficiencia de las pilas de compostaje tratadas con microorganismos eficientes, se obtuvieron las concentraciones iniciales y finales de las sustancias que producen olores ofensivos (sulfuro de hidrógeno, amoníaco,  $\alpha$ -pineno,  $\beta$ -pineno, tolueno, fenol y o-xileno), de la fase termófila del proceso de compostaje, con el equipo MultiRAE in situ.

Para la muestra control identificada como pila de compostaje "0", la concentración in situ fue de 4 ppm, llevada a la conversión los resultados fueron: sulfuro de hidrógeno = 0 ppm, amoníaco = 38,8 ppm,  $\alpha$ -pineno = 1,24,  $\beta$ -pineno = 1,48 ppm, tolueno = 2 ppm, fenol = 4 ppm y o-xileno = 2,36 ppm, sin la aplicación del tratamiento con microorganismos eficientes, se tuvieron las siguientes concentraciones finales: sulfuro de hidrógeno = 0 ppm, amoníaco = 48,4 ppm,  $\alpha$ -pineno = 1,55,  $\beta$ -pineno = 1,85 ppm, tolueno = 2,5 ppm, fenol = 5 ppm y o-xileno = 2,95 ppm. Ambas concentraciones sobrepasaron el umbral de olor hallado en la Nota Técnica de Prevención NTP 320: Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, 2010 (Ver Tabla 02).

En la pila de compostaje "1", el valor de campo inicial fue de 0,8 ppm para el sulfuro de hidrógeno y 4 ppm para las demás sustancias, mediante el factor de conversión de cada sustancia estudiada, se obtuvieron las siguientes concentraciones: sulfuro de hidrógeno = 0,8 ppm, amoníaco = 38,8 ppm,  $\alpha$ -pineno = 1,24,  $\beta$ -pineno = 1,48 ppm, tolueno = 2 ppm, fenol = 4 ppm y o-xileno = 2,36 ppm. Tras el tratamiento de microorganismos eficientes con 300 ml, las concentraciones finales fueron las mismas, sobrepasando el nivel de umbral de olor hallado en la NTP 320, excluyendo la concentración final del sulfuro de hidrógeno = 0 ppm, el cual tuvo un efecto positivo con el tratamiento.

En la pila de compostaje "2", las concentraciones en la primera medición fueron: sulfuro de hidrógeno = 0 ppm, amoníaco = 29,1 ppm,  $\alpha$ -pineno = 0,93,  $\beta$ -pineno =

1,11 ppm, tolueno = 1,5 ppm, fenol = 3 ppm y o-xileno = 1,77 ppm. Con el tratamiento de 700 ml de microorganismos eficientes luego de 15 días de aplicación, los resultados fueron: sulfuro de hidrógeno = 0 ppm, amoniaco = 9,7 ppm,  $\alpha$ -pineno = 0,31,  $\beta$ -pineno = 0,37 ppm, tolueno = 0,5 ppm, fenol = 1 ppm y o-xileno = 0,59 ppm. Obteniendo concentraciones de nivel bajo, sin embargo, el umbral de olor fue ligeramente perceptible para los trabajadores.

En la pila de compostaje "3", las concentraciones en la primera medición fueron: sulfuro de hidrógeno = 0 ppm, amoniaco = 48,5 ppm,  $\alpha$ -pineno = 1,55),  $\beta$ -pineno = 1,85 ppm, tolueno = 2,5 ppm, fenol = 5 ppm y o-xileno = 2,95 ppm. Mediante el tratamiento con la dosis de 1000 ml de microorganismos eficientes aplicados en la pila de compostaje, los resultados fueron de 0 ppm para todas las sustancias mencionadas, reduciendo significativamente las concentraciones.

Los resultados, demostraron que, el proceso de compostaje en la muestra control sin la aplicación de microorganismos eficientes aumentaron las concentraciones de las sustancias que producen olores ofensivos, haciendo que estos fueran percibidos con facilidad y produciendo molestias a los trabajadores; Sin embargo la aplicación en menor dosis (300 ml) de microorganismos eficientes sólo produjo una reducción en la concentración final del sulfuro de hidrógeno y la dosis de 700 ml de microorganismos eficientes, produjo una disminución en la mayoría de concentraciones finales con una eficiencia del 57%. Mientras que, en la pila de compostaje "3" con la aplicación de 1000 ml de microorganismos eficientes, los niveles de concentración disminuyeron a 0 ppm teniendo una eficiencia del 100% para todas las sustancias de olores ofensivos estudiadas en la pila de compostaje "3".

La generación de sustancias de olores ofensivos como sulfuro de hidrógeno, amoniaco y compuestos orgánicos volátiles, se presentaron durante el proceso de compostaje por varios factores: como la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, el exceso de humedad, la baja aireación, entre otros factores como el clima y disminución del pH. En la presente investigación los valores iniciales de las concentraciones de olores ofensivos fueron elevadas, debido por los

días de volteo de las pilas de compostaje, las cuales se realizaron una vez por semana.

La aplicación de microorganismos eficientes a las pilas de compostaje, controlaron los olores emitidos durante la fase termófila debido a la acción de las bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras. Estos microorganismos eficientes secretaron sustancias antioxidantes, enzimas y vitaminas que mejoraron la descomposición de la materia orgánica inhibiendo los malos olores Núñez (2018).

En la investigación realizada por Melendrez y Sánchez (2019), se determinó el efecto de los microorganismos eficientes sobre los parámetros físicos y químicos del proceso de compostaje con una dosificación similar a la del presente proyecto de investigación (0, 250, 500 y 1000 ml), dentro de 45 días concluyeron que, los microorganismos eficientes en mayor dosis (500 y 1000ml), tuvieron un efecto positivo sobre los parámetros evaluados. Otra investigación relevante fue de Díaz (2018) en su tesis, realizó la remoción de H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) del agua residual de curtiembre, mediante dos tipos de biofiltros con microorganismos benéficos, dando como resultado que la remoción del gas oloroso ácido sulfhídrico, fue efectiva.

Por otro lado, Delgado, *et al* (2013), evaluaron la influencia de los parámetros: aireación, humedad y COV's olores (limoneno, β-pineno, 2-butanona, undecano, fenol, tolueno, sulfuro de dimetilo y disulfuro de dimetilo sulfuro de dimetilo). Determinaron que, en el proceso de compostaje la fase en la cual se generó mayor emisión de olor es en la etapa termófila, así mismo se determinó que a mayor nivel de aireación, mayor emisión de gases y a bajos niveles de aireación mayor emisión de compuestos azufrados.

Amador y Londoño (2019), en su investigación, tuvo como objetivo principal, disminuir los niveles de olores desagradables producidos por el amoniaco en una finca avícola, aplicando microorganismos eficientes sobre un galpón, tuvo como resultado la reducción a 8 ppm de amoniaco, siendo más eficiente que otros tratamientos.

Con las investigaciones mencionadas y las afirmaciones de Dueñas, Hornas y Salvador (2019), Rafael (2015), Vásquez (2019), Núñez (2018), Marca (2017), entre

otros; Se comprobó que la aplicación de microorganismos eficientes es beneficiosa no solo en el control de olores ofensivos, sino también en el desarrollo de cultivos, tratamiento de aguas residuales y en la calidad del compost.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. La aplicación consecutiva de 1000 ml de microorganismos eficientes, controlan satisfactoriamente los olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, Callao 2021.
2. El mejor tratamiento que favorece el control de olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos es la dosis de 1000 ml de microorganismos eficientes.
3. Los días de aplicación de microorganismos eficientes, influyen significativamente en el control de olores ofensivos y en la estabilización de los parámetros de temperatura y humedad en las pilas de compostaje.
4. La mayor eficiencia del control de olores ofensivos mediante la aplicación de microorganismos eficientes es del 100% en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Profundizar estudios sobre la contaminación odorífera y sus efectos en el ser humano y medio ambiente.
- Reducir costos, cultivando los microorganismos eficientes nativos, de manera sustentable.
- Para la medición in situ de los olores, se recomienda emplear una campana no ventilada de muestreo de olores adaptado con el sensor de gases que no permita el ingreso de olores externos.
- Aprobada la efectividad de los microorganismos eficientes, se debe considerar el tratamiento para el control de olores a mayor escala.

## REFERENCIAS

AMADOR, Briyith y LONDOÑO, Andres. Estudio sobre el control de olores en galpones destinados a crianza avícola para avicultores de pequeña escala, utilizando productos químicos en el control de NH<sub>3</sub> en la finca Villa Tere de la Vereda Santa Cecilia – Villavicencio. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Meta: Universidad de Santo Tomás de Colombia, 2019.

Disponible en:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/19416/2019briyithamador.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

ARCE, Pamela. Influencia de los compuestos químicos aplicados en la variación de los parámetros analíticos para la mitigación de gases ofensivos en la laguna de la localidad de Samuel Pastor. Tesis (Título de Ingeniería Química). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2016.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10049/IQargapa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BASCÓN, Maria del Carmen. La Cromatografía de Gases - Olfatometría como herramienta en la evaluación del aroma de los alimentos. Tesis (Título en Farmacia). Sevilla: Universidad de Sevilla, 2016.

Disponible en:

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/54627/La%20cromatograf%EDa.pdf;jsessionid=E841967D3EFFBB42687ED707DC7E9908?sequence=1>



BRENES, Laura, JIMÉNEZ, María, CHAVES, Raizeth y CAMPOS Roel. Compostaje de residuos sólidos biodegradables del restaurante institucional del Tecnológico de Costa Rica [en línea]. 2019, n.o 1. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2021].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7444280>

ISSN 0379-3962

CALERO, Alejandro, QUINTERO, Elieni y PÉREZ, Yanery. Evaluación de microorganismos eficientes en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) [en línea]. Enero- junio 2019. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2020].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.193601.99>

ISSN: 2256 - 2273

Congreso Nacional del Medio Ambiente [CONAMA]. Contaminación Odorífera. Madrid: Colegio Oficial de Químicos de Madrid, 2016

Disponible en: [http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014//GTs%202014/11\\_final.pdf](http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014//GTs%202014/11_final.pdf)

Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco [CEDHJ]. Violación de los derechos a la legalidad y seguridad jurídica, a la protección de la salud así como a los derechos ambientales. 2017

Disponible en: <http://cedhj.org.mx/recomendaciones/emitidas/2017/Reco%2004-2017.pdf>

DEL ÁGUILA Navarro, Jhosimar. La contaminación odorífera y su relación con la percepción del estado de salubridad de los comerciantes del mercado de abastos El Platanito – 2019. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Tarapoto: Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2369>

Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos N° 1278. Ministerio de Justicia, Lima, Perú, 24 de abril de 2017. Disponible en: Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>

DÍAZ Zevallos, Yoneda. Eficiencia de Biofiltros activados con Microorganismos Benéficos para remover gases de H<sub>2</sub>S emitidos de un sistema de tratamiento de agua residual de curtiembre, SJL-2018. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33180>

DISMAS, Honorius. Assessment of effects of effective microorganisms on broiler chicken performance and malodour reduction in poultry house. Tesis (Magíster en ciencias en producción de animales tropicales). Tanzania: Universidad de Sokoine de agricultura, 2011.

Disponible en: <http://www.suaire.sua.ac.tz/bitstream/handle/123456789/257/HONORIUS%20DISMAS%20MGUNDA%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DUEÑAS, Ivan, HORNAS, Evelyn y SALVADOR, Tovar. Eficiencia de microorganismos benéficos en el proceso de compostaje con residuos de pollos,

2019. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35552>

Fondo Nacional Avícola (FONAVI). Manual de buenas prácticas disponibles para la mitigación de olores en la industria avícola. s.f.

Disponible en: [https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Cartilla\\_Digital\\_PRIIO\\_FINAL.pdf](https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Cartilla_Digital_PRIIO_FINAL.pdf)

GALLEGO, Eva, ROCA, Xevi y SÁNCHEZ, Gloria. Determinación de COV en el ambiente interior de una planta TMB y su contribución a las unidades de olor y la calidad del aire. Residuos [en línea]. 2012, n.o 22. [Fecha de consulta: 16 de noviembre de 2020].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4350207>

ISSN 1131-9526

GALWA, Monika y KWARCIAK, Anna. Reduction of Odor Nuisance from the Composting Process [en línea]. Junio 2019, n.o 6. [Fecha de consulta: 25 de octubre del 2020].

Disponible en: <http://www.jeeng.net/Reduction-of-Odor-Nuisance-from-the-Composting-Process,108698,0,2.html>

ISSN: 2299-8993

GÓMEZ, Luisa. Alternativas para el manejo de olores ofensivos generados en el taller de ediciones de la dirección territorial Bogotá del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Bogotá:

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018.  
Disponible en  
[:http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15367/1/G%C3%B3mezGarc%C3%ADaLuisaFernanda2018.pdf](http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15367/1/G%C3%B3mezGarc%C3%ADaLuisaFernanda2018.pdf)

GUTIÉRREZ, María. Determinación y control de olores en la gestión de residuos orgánicos. Tesis (Doctorado en Ciencias Ambientales). Córdoba: Universidad de Córdoba, 2013.  
Disponible en:  
<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/11811/2014000000912.pdf?sequence=1>

HA-NA, Kim , BONGBEEN, Yim y SUN-TAE, Kim. Effect of Reducing the Odor of Food Wastes Using Effective Microorganism (EM) [en línea]. Verano 2016, n.o 38. [Fecha de consulta: 25 de octubre del 2020].  
Disponible en: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201615952963566.pdf>  
ISSN: 1225-5025

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación [en línea]. México: McGRAW-HILL, 2011 [fecha de consulta: 16 de noviembre de 2020].  
Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN 968-422-931-3

IMPORZANO, Giuliana, CRIVELLI, Fernando y ADANI, Fabrizio. The biological stability of compost influences the production of odor molecules measured by the electronic nose during high rate composting of food waste [en línea]. Septiembre 2008, n.o 402. [Fecha de consulta: 25 de octubre del 2020].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969708004786>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Compuestos orgánicos volátiles: Determinación por captación en tubos multilecho y análisis DT-CG-EM (NTP978). 2013

Disponible en: <https://docplayer.es/20887040-Compuestos-organicos-volatiles-determinacion-por-captacion-en-tubos-multilecho-y-analisis-dt-cg-em.html>

GOU, Wenying, ZHOU, Ying y ZHU, Nengwu. On site composting of food waste: A pilot scale case study in China [en línea]. Mayo 2018, v.132. [Fecha de consulta: 25 de octubre del 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.033>

LAUREANO, Viviana. Efectividad de un producto biotecnológico comercial EM (tm) Microorganismos eficaces - REMED en el tratamiento de aguas residuales industriales a nivel batch de la empresa ENCE – Energía & Celulosa – Pontevedra. Tesis (Maestría en Contaminación Industrial). Pontevedra: Universidad de Vigo, 2015.

Disponible en: <http://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/733808/1/tesis.pdf>

Ley General del Ambiente N°28611.MINAM, Lima, Perú, 13 de octubre de 2005.

Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

MARCA, Cesar. Efecto de la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM-1) con diferentes frecuencias en el rendimiento de Ají Amarillo (*Capsicum baccatum*) var. Pacae en el CEA III Pichones. Tesis (Título en Ingeniería Agrónoma). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2017  
Disponibile en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1875>

MELENDREZ, Nesli y SÁNCHEZ, Jhasely. (2019). Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Tarapoto: Universidad Peruana Unión, 2019.  
Disponibile en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1777>

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal. 2019  
Disponibile en: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_public/migl/metas/Presentacion\\_Residuos\\_B.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/migl/metas/Presentacion_Residuos_B.pdf)

Ministerio de Salud y Protección Social. Lineamiento para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas. 2012  
Disponibile en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/impacto-olores-ofensivos-salud.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (INFOAGRO). Guía de la Tecnología de EM. s.f.  
Disponibile en:

<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20%20EM.pdf>

MOROCHO, Mariuxi. y LEIVA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas [en línea]. abril - junio 2019, n.o 2. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000200093](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093)

ISSN 0253-5785

MÜLLER, Thomas, THIBEN, Ralf y BRAUN, Silvia. (M)VoC and Composting Facilities Part 1: (M) VOC Emissions from Municipal Biowaste and Plant Refuse [en línea]. Marzo 2004, n.o 11. [Fecha de consulta: 26 de octubre del 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF02979708>

Municipalidad Provincial del Callao. Plan anual de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales. 2019.

Disponible en. [https://www.municallao.gob.pe/pdf/PlanAnual\\_ValorizacionResidusoOrganicos.pdf](https://www.municallao.gob.pe/pdf/PlanAnual_ValorizacionResidusoOrganicos.pdf)

NÚÑEZ, Raúl. Efecto de la concentración de microorganismos eficaces (EM-1) en el crecimiento de plantones de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Tesis (Título en Ingeniería Agroindustrial). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018

Disponible en. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30898?locale-attribute=es>

OHAZANA, Shlomi, VARMA, Vempalli y SAADI, Ibrahim. High-rate stabilization and associated air emissions prospected during on-site in-vessel sewage sludge composting [en línea]. Septiembre 2020, v.11. [Fecha de consulta: 26 de octubre del 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2020.100543>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio [en línea]. Chile: International Journal of Morphology, 2017 [fecha de consulta: 14 de noviembre de 2020].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

ISSN 0717-9502

PASHANASI, Jhony y RÍOS, Jorge. Manejo de la concentración de olores de excretas en letrinas, utilizando microorganismos de montaña, en la comunidad de Chirikyacu – 2019. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43621>

PERALTA, Nain, DE FREITAS, Gilberto, WATTHIER, Maristela y SILVA, Ricardo. Compost, bokashi y microorganismos eficientes [en línea]. 2019, n.o 2. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2021].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7110092>

ISSN 0073-4675



PUENTE, C. y RAMAROSON, R. Medición y análisis de los compuestos orgánicos volátiles en la atmósfera: Últimas técnicas, aplicabilidad y resultados a nivel Europeo [en línea]. Agosto 2006. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3420/342030277009>

ISSN: 0120-100X

RAFAEL, Maria. 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. Tesis (Título en Ingeniería Forestal y Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015

Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3511>

RAMOS, J., BERMUDEZ, A. y ROJAS, T. Contaminación odorífera: causas, efectos y posibles soluciones a una contaminación invisible. 2017

Disponible en: [EBSCO Publishing Service Selection Page - Ehost2 \(ebSCOhost.com\)](#)

UNIVERSIDAD César Vallejo. Resolución del Consejo Universitario N° 0262-2020/UCV. Lima: UCV, 2020, 5- 19 pp.

Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/11/RCUN%C2%B00262-2020-UCV-Aprueba-Actualizaci%C3%B3n-del-C%C3%B3digo-%C3%89tica-en-Investigaci%C3%B3n-1-1.pdf>

ROMERO, T. y VARGAS, D. Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. Ingeniería Hidráulica y Ambiental [en línea]. Septiembre - diciembre

20017, n.o 3. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2020]

Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382017000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300008)

ISSN 1680-0338

SALDARRIAGA, Juan. Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs) en el proceso de compostaje de los residuos sólidos urbanos con separación en la fuente y su efecto en la salud humana. Tesis (Maestría en Ingeniería Urbana). Medellín: Universidad de Medellín, 2009

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/51194436.pdf>

SÁNCHEZ, José. y ALCÁNTARA, Andrés. Compuestos orgánicos volátiles en el medio ambiente. 2007

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/230313907.pdf>

VÁSQUEZ, Carlos. Efecto de los microorganismos eficientes en la disminución de la demanda biológica de oxígeno del agua residual domésticas Dren 3100. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38036>

VILCA, Carol. *Periplaneta americana* y la minimización de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Pucusana, 2019. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental).

Lima: Universidad César Vallejo, 2019

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35790>

ZHANG, Wenxiu. Preventive control of ammonia and odor emissions during the active phase of poultry manure composting". Tesis (Doctor en Filosofía). Canadá: Universidad de Columbia Británica, 20108.

Disponible

en:

<https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0058524>

ZHANG, Wenxiu, LAU, Anthony y WEN, Zhiping. Preventive control of odor emissions through manipulation of operational parameters during the active phase of composting [en línea]. Junio 2009, v.44. [Fecha de consulta: 27 de octubre del 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03601230902935451>

## **ANEXOS**


Anexo N°1. Matriz Operacional

MATRIZ OPERACIONAL								
		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA O UNIDAD		
VARIABLE INDEPENDIENTE	MICROORGANISMOS EFICIENTES	Se entiende por Microorganismos eficientes (EM) a un grupo de especies microbianas cuya función es reducir problemáticas ambientales (fertilidad, mal olor, entre otros). OCAÑA (2017).	Su medición se determinará mediante la eficiencia y días de aplicación del tratamiento con microorganismos eficientes.	Tratamiento	300	ml		
					700			
					1000			
				Días de aplicación	Día 1 al día 15	días		
				Eficiencia	Pila de compostaje 1	%		
					Pila de compostaje 2			
Pila de compostaje 3								
VARIABLE DEPENDIENTE	OLORES OFENSIVOS	El olor ofensivo, es generado por sustancias, actividades o servicios los cuales provocan fastidio en las personas sin afectar la salud humana y la sustancia de olor ofensivo, por condiciones de tiempo de exposición o composición, causan olores desagradables. FENAVI (2018)	Su medición se realizará mediante las características físicas de las pilas de compostaje y la caracterización del olor ofensivo.	Características físicas de las pilas de compostaje	Temperatura	C°		
					Humedad	%		
				Caracterización de olores ofensivos	Concentraciones de sustancias que producen olores ofensivos	Encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores	Encuesta	
						Sulfuro de hidrógeno	ppm	
								Amoniaco
								□-Pino
								□-Pino
								Tolueno
Fenol								
o-Xileno								

**Anexo N°2.** Ficha I: Registro de identificación, temperatura y humedad en las pilas de compostaje


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha I: Registro de identificación, temperatura y humedad en las pilas de compostaje							
PROYECTO: CONTROL DE OLORES OFENSIVOS EN LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EMPLEANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES, CALLAO - 2021									
PESO EN PILAS DE COMPOSTAJE (KG)					VOLUMEN EN PILAS DE COMPOSTAJE (M3)				
DÍA	FECHA DE MEDICIÓN	PILA DE COMPOSTAJE 0 TEMPERATURA (°C)	PILA DE COMPOSTAJE 0 HUMEDAD (%)	PILA DE COMPOSTAJE 1 TEMPERATURA (°C)	PILA DE COMPOSTAJE 1 HUMEDAD (%)	PILA DE COMPOSTAJE 2 TEMPERATURA (°C)	PILA DE COMPOSTAJE 2 HUMEDAD (%)	PILA DE COMPOSTAJE 3 TEMPERATURA (°C)	PILA DE COMPOSTAJE 3 HUMEDAD (%)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308

  
 Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez  
 CIP: 59443

  
 Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 CIP: 43444


**Anexo N°3.** Ficha II: Dosificación y días de aplicación de microorganismos eficientes

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Ficha II: Dosificación y días de aplicación de microorganismos eficientes</b>		
PROYECTO: CONTROL DE OLORES OFENSIVOS EN LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EMPLEANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES, CALLAO - 2021				
FECHA DE ACTIVACIÓN		30/04/2021		
DÍA DE APLICACIÓN	FECHA DE APLICACIÓN	PILA DE COMPOSTAJE 1	PILA DE COMPOSTAJE 2	PILA DE COMPOSTAJE 3
		DOSIS DE M.E. 300ML	DOSIS DE M.E. 700ML	DOSIS DE M.E. 1000ML
		OBSERVACIÓN	OBSERVACIÓN	OBSERVACIÓN
D1				
D2				
D3				
D4				
D5				
D6				
D7				
D8				
D9				
D10				
D11				
D12				
D13				
D14				
D15				


Atentamente,




Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308




Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez  
CIP: 59443



Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
CIP: 43444

## Anexo N°4. Encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores		
<b>PROYECTO: CONTROL DE OLORES OFENSIVOS EN LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EMPLEANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES, CALLAO - 2021</b>			
Datos personales			
Edad		Sexo	
Tiempo trabajando en este lugar			
Educación			
Encuesta			

1. ¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "0"?

Ninguna	0
Muy leve	1
Leve	2
Moderada	3

Grave	4
Muy grave	5
Intolerablemente grave	6

2. ¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "1"?

Ninguna	0
Muy leve	1
Leve	2
Moderada	3

Grave	4
Muy grave	5
Intolerablemente grave	6

3. ¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "2"?

Ninguna	0
Muy leve	1
Leve	2
Moderada	3

Grave	4
Muy grave	5
Intolerablemente grave	6

4. ¿Qué tan severa considera usted la contaminación por olores en la pila de compostaje "3"?

Ninguna	0
Muy leve	1
Leve	2
Moderada	3

Grave	4
Muy grave	5
Intolerablemente grave	6

5. ¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "0"?

Imperceptible	0
Realmente imperceptible	1
Débil	2
Inconfundible	3

Fuerte	4
Muy fuerte	5
Intolerablemente fuerte	6

6. ¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "1"?

Imperceptible	0
Realmente imperceptible	1
Débil	2
Inconfundible	3

Fuerte	4
Muy fuerte	5
Intolerablemente fuerte	6

7. ¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "2"?

Imperceptible	0
Realmente imperceptible	1
Débil	2
Inconfundible	3

Fuerte	4
Muy fuerte	5
Intolerablemente fuerte	6

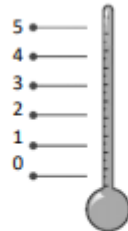
8. ¿Qué tan fuertes son los olores en la pila de compostaje "3"?

Imperceptible	0
Realmente imperceptible	1
Débil	2
Inconfundible	3

Fuerte	4
Muy fuerte	5
Intolerablemente fuerte	6

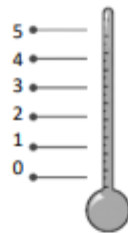


9. ¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "0" con el siguiente termómetro?



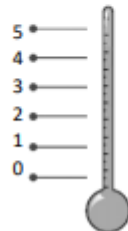
Termómetro de olor

10. ¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "1" con el siguiente termómetro?



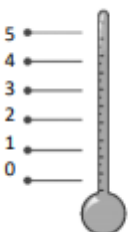
Termómetro de olor

11. ¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "2" con el siguiente termómetro?



Termómetro de olor

12. ¿Cómo calificaría usted la molestia debido al olor, respecto a la pila de compostaje "3" con el siguiente termómetro?



Termómetro de olor

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



A handwritten signature in blue ink.


Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez

CIP: 59443

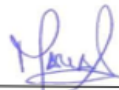
A handwritten signature in blue ink.


Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
CIP: 43444

Anexo N°5. Ficha III: Eficiencia del control de olores ofensivos

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		Ficha III: Eficiencia del control de olores ofensivos			
PROYECTO: CONTROL DE OLORES OFENSIVOS EN LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EMPLEANDO MICROORGANISMOS EFICIENTES, CALLAO - 2021					
EFICIENCIA DEL CONTROL DE OLORES OFENSIVOS					
PILA DE COMPOSTAJE 1		CONCENTRACIÓN INICIAL (ppm)	CONCENTRACIÓN FINAL (ppm)	EFICIENCIA (%)	PROMEDIO DE EFICIENCIA PILA 1 (%)
SUSTANCIAS QUE PRODUCEN OLORES OFENSIVOS	Sulfuro de hidrógeno				
	Amoniaco				
	□-Pineno				
	□-Pineno				
	Tolueno				
	Fenol				
	o-Xileno				
EFICIENCIA DEL CONTROL DE OLORES OFENSIVOS					
PILA DE COMPOSTAJE 2		CONCENTRACIÓN INICIAL (ppm)	CONCENTRACIÓN FINAL (ppm)	EFICIENCIA (%)	PROMEDIO DE EFICIENCIA PILA 2 (%)
SUSTANCIAS QUE PRODUCEN OLORES OFENSIVOS	Sulfuro de hidrógeno				
	Amoniaco				
	□-Pineno				
	□-Pineno				
	Tolueno				
	Fenol				
	o-Xileno				
EFICIENCIA DEL CONTROL DE OLORES OFENSIVOS					
PILA DE COMPOSTAJE 3		CONCENTRACIÓN INICIAL (ppm)	CONCENTRACIÓN FINAL (ppm)	EFICIENCIA (%)	PROMEDIO DE EFICIENCIA PILA 3 (%)
SUSTANCIAS QUE PRODUCEN OLORES OFENSIVOS	Sulfuro de hidrógeno				
	Amoniaco				
	□-Pineno				
	□-Pineno				
	Tolueno				
	Fenol				
	o-Xileno				

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvaz  
 DNI: 08447308

  
 Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez  
 CIP: 59443

  
 Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo  
 CIP: 43444

## Anexo N°6. Fichas de validación

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES:

- I.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez
- I.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo
- I.3 **Especialidad del validador:**
- I.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Registro de indentificación, temperatura y humedad en las pilas de compostaje
- I.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”
- I.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

#### 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		

#### II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

#### III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

#### IV.




Lima, 23 de noviembre del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP: 59443

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### III. DATOS GENERALES:

III.1 Apellidos y Nombres del validador: Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez

III.2 Cargo e institución donde labora: Docente en Universidad César Vallejo

III.3 Especialidad del validador:

III.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Dosificación y días de aplicación

III.5 Título de Investigación: "Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021"

III.6 Autor(A) del Instrumentos: - Rojas Lazo, Lizet

- Otazú Cruz, Johana

### IV. 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		

### V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

### VII.

Lima, 23 de noviembre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP: 59443

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### V. DATOS GENERALES:

V.1 Apellidos y Nombres del validador: Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez

V.2 Cargo e institución donde labora: Docente en Universidad César Vallejo

V.3 Especialidad del validador:

V.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Encuesta de valorización psicométrica

V.5 Título de Investigación: "Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021"

V.6 Autor(A) del Instrumentos: - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

### 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		

### VIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X.

90%

Lima, 23 de noviembre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP: 59443

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### VII. DATOS GENERALES:

- VII.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Ms.C. Ing. María Aliaga Martínez
- VII.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo
- VII.3 **Especialidad del validador:**
- VII.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Eficiencia del control de olores ofensivos
- VII.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”
- VII.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

### VIII. 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
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

### XIII.

Lima, 23 de noviembre del 2020



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP: 59443

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### IX. DATOS GENERALES:

IX.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

IX.2 Cargo e institución donde labora: Docente en Universidad César Vallejo

IX.3 Especialidad del validador:

IX.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Encuesta de valorización psicométrica

IX.5 Título de Investigación: "Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021"

IX.6 Autor(A) del Instrumentos: - Rojas Lazo, Lizet

- Otazú Cruz, Johana

### 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		

### XIV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

### XVI.

Lima, 23 de noviembre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XI. DATOS GENERALES:

XI.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

XI.2 Cargo e institución donde labora: Docente en Universidad César Vallejo

XI.3 Especialidad del validador:

XI.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: Dosificación y días de aplicación

XI.5 Título de Investigación: "Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021"

XI.6 Autor(A) del Instrumentos: - Rojas Lazo, Lizet

- Otazú Cruz, Johana

### XII. 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		

### XVII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XVIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

### XIX.

Lima, 23 de noviembre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XIII. DATOS GENERALES:

- XIII.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez
- XIII.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo
- XIII.3 **Especialidad del validador:**
- XIII.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Encuesta de valorización psicométrica
- XIII.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”
- XIII.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

### 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		

### XX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XXI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

### XXII.

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XV. DATOS GENERALES:

- XV.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
- XV.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo
- XV.3 **Especialidad del validador:**
- XV.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Eficiencia del control de olores ofensivos
- XV.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”
- XV.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

### XVI. 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		

### XXIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XXIV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

### XXV.

Lima, 23 de noviembre del 2020

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XVII. DATOS GENERALES:

XVII.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo

XVII.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo

XVII.3 **Especialidad del validador:**

XVII.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Registro de indentificación, temperatura y humedad en las pilas de compostaje

XVII.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”

XVII.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

### 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			

### XXVI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XXVII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

### XXVIII.

Lima, 23 de noviembre del 2020

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP: 43444

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XIX. DATOS GENERALES:

- XIX.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
- XIX.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo
- XIX.3 **Especialidad del validador:**
- XIX.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Dosificación y días de aplicación
- XIX.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”
- XIX.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

### XX. 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			

### XXIX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación



### XXX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

XXXI.

85%

Lima, 23 de noviembre del 2020

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP: 43444

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XXI. DATOS GENERALES:

- XXI.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
- XXI.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo
- XXI.3 **Especialidad del validador:**
- XXI.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Encuesta de valorización psicométrica
- XXI.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”
- XXI.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet  
- Otazú Cruz, Johana

### XXII. 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			

### XXXII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XXXIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

### XXXIV.

Lima, 23 de noviembre del 2020

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP:43444

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XXIII. DATOS GENERALES:

XXIII.1 **Apellidos y Nombres del validador:** Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo

XXIII.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente en Universidad César Vallejo

XXIII.3 **Especialidad del validador:**

XXIII.4 **Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación:** Eficiencia del control de olores ofensivos

XXIII.5 **Título de Investigación:** “Control de Olores Ofensivos en la Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos empleando Microorganismos Eficientes, Callao – 2021”

XXIII.6 **Autor(A) del Instrumentos:** - Rojas Lazo, Lizet

- Otazú Cruz, Johana

### XXIV. 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			

### XXXV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

-Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### XXXVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%


### XXXVII.

Lima, 23 de noviembre del 2020

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 CIP: 43444

# Anexo N°7. Resultados equipo MultiRAE

## 1era Medición



**VALIDACIÓN DE DATOS**

Lima, 8 de mayo del 2021

Señores:


**ROJAS LAZO, LIZET YASMIN**  
**OTAZU CRUZ, JOHANA EVELYN**

**1. Pila de compostaje "0"**


	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0	---	0
Amoniaco	4	9,7	38,8
Pineno, a-	4	0,31	1,24
Pineno, b-	4	0,37	1,48
Tolueno	4	0,5	2
Fenol	4	1	4
o-Xileno	4	0,59	2,36

**2. Pila de compostaje "1"**

	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0,8	---	0,8
Amoniaco	4	9,7	38,8
Pineno, a-	4	0,31	1,24
Pineno, b-	4	0,37	1,48
Tolueno	4	0,5	2
Fenol	4	1	4
o-Xileno	4	0,59	2,36



Sede Los Olivos: Urb. Good-Year, Cal. Manuel Duato Mza. A Lote. 02  
 Sede Principal: Pj. Mirto Nro. 174 Bar. Shancayan - Independencia - Huaraz - Ancash  
 Tel: 964 604 588 / 942 693 156  
 Email: yam.lau@genateb.com/proyectos@genateb.com




**3. Pila de compostaje "2"**

	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0	---	0
Amoniaco	3	9,7	29,1
Pineno, a-	3	0,31	0,93
Pineno, b-	3	0,37	1,11
Tolueno	3	0,5	1,5
Fenol	3	1	3
o-Xileno	3	0,59	1,77


**4. Pila de compostaje "3"**

	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0	---	0
Amoniaco	5	9,7	48,5
Pineno, a-	5	0,31	1,55
Pineno, b-	5	0,37	1,85
Tolueno	5	0,5	2,5
Fenol	5	1	5
o-Xileno	5	0,59	2,95

Atentamente,



NARCIZO AÑELES PALERO  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 214528  
**Narcizo Ángeles Palero**  
 CIP 214528  
 Ing. Ambiental



Sede Los Olivos: Urb. Good-Year, Cal. Manuel Duato Mza. A Lote. 02  
 Sede Principal: Pj. Mirto Nro. 174 Bar. Shancayan - Independencia - Huaraz - Ancash  
 Tel: 964 604 588 / 942 693 156  
 Email: yencas@genateb.com/proyectos@genateb.com



## 2da Medición



### VALIDACIÓN DE DATOS

Lima, 22 de mayo del 2021

Señores:

ROJAS LAZO, LIZET YASMIN  
OTAZU CRUZ, JOHANA EVELYN

#### 1. Pila de compostaje "0"

	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0	---	0
Amoniaco	5	9,7	48,5
Pineno, a-	5	0,31	1,55
Pineno, b-	5	0,37	1,85
Tolueno	5	0,5	2,5
Fenol	5	1	5
o-Xileno	5	0,59	2,95

#### 2. Pila de compostaje "1"

	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0	---	0
Amoniaco	4	9,7	38,8
Pineno, a-	4	0,31	1,24
Pineno, b-	4	0,37	1,48
Tolueno	4	0,5	2
Fenol	4	1	4
o-Xileno	4	0,59	2,36

Sede Los Olivos: Urb. Good-Year, Cal. Manuel Duato Mta. A Lote. 02  
Sede Principal: Pj. Mirto Nro. 174 Bar. Shancayan - Independencia - Huaraz - Ancash  
Tel: 964 604 588 / 942 693 156  
Email: [ventas@genateb.com](mailto:ventas@genateb.com) / [proyectos@genateb.com](mailto:proyectos@genateb.com)



#### 3. Pila de compostaje "2"

	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0	---	0
Amoniaco	1	9,7	9,7
Pineno, a-	1	0,31	0,31
Pineno, b-	1	0,37	0,37
Tolueno	1	0,5	0,5
Fenol	1	1	1
o-Xileno	1	0,59	0,59

#### 4. Pila de compostaje "3"

	Valor de campo (ppm)	Factor de Conversión (Lámpara de 10,6 eV)	Resultado (ppm)
Sulfuro de Hidrogeno	0	---	0
Amoniaco	0	9,7	0
Pineno, a-	0	0,31	0
Pineno, b-	0	0,37	0
Tolueno	0	0,5	0
Fenol	0	1	0
o-Xileno	0	0,59	0

Atentamente,

NARCIZO ANGELES PALERO  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 214528

Narcizo Angeles Palero  
CIP 214528  
Ing. Ambiental

Sede Los Olivos: Urb. Good-Year, Cal. Manuel Duato Mta. A Lote. 02  
Sede Principal: Pj. Mirto Nro. 174 Bar. Shancayan - Independencia - Huaraz - Ancash  
Tel: 964 604 588 / 942 693 156  
Email: [ventas@genateb.com](mailto:ventas@genateb.com) / [proyectos@genateb.com](mailto:proyectos@genateb.com)



# Anexo N°8. Certificado de calibración



## CERTIFICADO DE CALIBRACION

NUMERO: LGA - 0025 - 2020  
ARCHIVO: LGA 2020

### LABORATORIO DE GASES

Equipo: DETECTOR MULTIGASES

Marca: MUIRAE

Modelo: PGM 6208

Serie / identificación: MAB3Z048P8

Procedencia: U.S.A.

Tipo de Gases: O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>

PID VOC (Lamp. 10.6)

Rango de medición: 0 - 100 % LEL (CH<sub>4</sub>)  
0 - 30 % Vol. (O<sub>2</sub>)  
0 - 5000 ppm (VOC)  
0 - 200 ppm (H<sub>2</sub>S)  
0 - 500 ppm (CO)

Solicitante: GENATEB S.A.C.

Dirección: P.J. MIRTO NRO. 174 BAR. SHANCAYAN - ANCASH - HUARAZ  
INDEPENDENCIA

Fecha de recepción: 01 de octubre de 2020

Fecha de calibración: 01 de octubre de 2020

Fecha de emisión: 01 de octubre de 2020

Método de calibración:

Determinación de los errores de indicación por el método de comparación directa con gases patróns.

Condiciones ambientales:

Temperatura inicial	18.3 °C	Humedad relativa inicial	74.0 %
Temperatura final	18.2 °C	Humedad relativa final	74.1 %

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren de la autorización de ICM LAB.

Aprobado

Carmen Cáceres  
Jefe de Instrumentación



certificado sin firma y sello carecen de validez  
Av. Horacio Urteaga N° 722, Jesús María, Lima - Perú  
Tel.: 964368738  
Email: informes.icmlab@gmail.com

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos según el trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

ICM LAB no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración.

Si el usuario requiere una copia del documento sellado, solicitar al área de ventas del laboratorio.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

NUMERO: LGA - 0025 - 2020

ARCHIVO: LGA 2020

**LABORATORIO DE GASES**

## Patrones de referencia

PATRON UTILIZADO	CERTIFICADO
Cilindro de gas Marca MSA Mixture: CO, CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S, O <sub>2</sub> . Serie: L201519	Número: 10103262
Cilindro de gas Marca PREMIER SAFETY Mixture: ISOBUTYLENE (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ) Serie: 04861928	Número: 34ES-248-100

## Resultados de la medición

Modo de ensayo: Comparación con gas Patrón

Antes de iniciar los ensayos el detector fue calibrado con aire limpio en referencia al manual.

Gas Patrón	Objetivo a Verificar	Incert. del Gas	Número de Lote	Mediciones			Incert. de la Medición	Rango
				1	2	3		
Monóxido de Carbono (CO) 60 ppm	60 ppm	2%	1606211	60	60	60	0,7714 ppm	0 - 500 ppm
Oxígeno (O <sub>2</sub> ) 15%	15%	2%	1606211	15	15	15	0,4021 %	0 - 30 %Vol.
Metano (CH <sub>4</sub> ) 58%	58%	2%	1606211	58	58	58	0,0317%	0 - 100%LEL
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S) 20 ppm	20 ppm	2%	1606211	20	20	20	0,0604 ppm	0 - 200 ppm
Isobutylene (C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> ) 100 ppm	100 ppm	2%	413-5	100	100	100	0,2021 ppm	0 - 5000 ppm

Valor esperado: Indicación del nivel en el rango de nivel de referencia

## Nota

 La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre multiplicado por cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Identificación: con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde "Calibrado"

Fin del documento



certificado sin firma y sello carecen de validez

Av. Horacio Utruga N° 722, Jesús María, Lima - Perú


Tel.: 964368738

Email: informes.icmlab@gmail.com

## Anexo N°9. Porcentaje de similitud - Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1108596944&o=1614766371&lang=es&student\_user=1&s=

feedback studio JOHANA EVELYN OTAZU CRUZ CONTROL DE OLORES OFENSIVOS



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Control de olores ofensivos en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos empleando microorganismos eficientes, Callao – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

**AUTORES:**  
Otazú Cruz, Johana Evelyn (ORCID: 0000-0002-5421-9838)  
Rojas Lazo, Lizet Yasmin (ORCID: 0000-0001-5361-9067)

**ASESOR:**  
Dr. Javé Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA - PERÚ

2021

**Resumen de coincidencias**

**15 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	3 %
2	Glenda Meliza Flores-Z...	2 %
3	doczz.net	1 %
4	es.scribd.com	1 %
5	Entregado a Universida...	1 %
6	repositorio.continental...	1 %
7	www.mef.gob.pe	1 %
8	hdl.handle.net	<1 %
9	www.minsalud.gov.co	<1 %
10	www.oloros.org	<1 %

Página: 1 de 63    Número de palabras: 13056    Versión solo texto del informe    Alta resolución    Activado



**Anexo N°10. Panel fotográfico**



Almacenamiento de residuos orgánicos municipales



Armado de pila de compostaje (1era capa)



Armado de pila de compostaje (2da capa)



Armado de pila de compostaje (3era capa)





Determinación de la altura en las pilas de compostaje



Determinación del ancho en las pilas de compostaje



Medición de temperatura en la pila "0" de compostaje



Medición de temperatura en la pila "1" de compostaje





Medición de temperatura en la pila "2" de compostaje



Medición de temperatura en la pila "3" de compostaje



Riego en pilas de compostaje (2 veces a la semana).



Medición de humedad en pilas de compostaje



Microorganismos eficientes y melaza utilizados para su activación



Mezcla de microorganismos eficientes, melaza y agua para su activación



Activación de microorganismos eficiente, día 1



Microorganismos eficientes activados después de 7 días





Medición en pila de compostaje  
"0"



Medición en pila de compostaje  
"1"



Medición en pila de compostaje  
"2"



Medición en pila de compostaje  
"3"





Medición en pila de compostaje  
"0"



Medición en pila de compostaje  
"1"



Medición en pila de compostaje  
"2"



Medición en pila de compostaje  
"3"



Primera encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores



Segunda encuesta de valoración psicométrica de molestia por olores





Dosificación de  
Microorganismos Eficientes



Aplicación de Microorganismos  
Eficientes