



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Influencia de microorganismos eficientes en la obtención de
compost del lodo residual de la PTAR Omo – Moquegua, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Antacahuana Tito, Estefani Yojana (orcid.org/0000-0002-0550-7092)

Rivera Chipana, Diana del Pilar (orcid.org/0000-0001-8751-9371)

ASESOR:

Dr. Sernaque Aucchuasi, Fernando Antonio (orcid.org/0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2024

Dedicatoria

Dedico mi tesis a Dios por brindarme la fortaleza necesaria para continuar.

A mi madre por ser un pilar fundamental y apoyarme siempre durante todo este camino.

A mis hermanos por alentarme a continuar y brindarme su apoyo, en las diversas situaciones.

A mi padre que sé que, con su bendición y guía desde el cielo, me ayudo a culminar este trabajo tan anhelado.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Diana del Pilar

A Dios porque siempre está conmigo y guía mi camino.

A mi madre por su infinito amor, comprensión y sacrificio por ser mi compañera y nunca dejar de creer en mí.

A mi padre por su sacrificio y esfuerzo de darme lo necesario para alcanzar todos mis logros académicos y hacerme una persona de bien.

A mi hermana por todo su apoyo y palabras de aliento.

A todo el resto de mi familia y personas que creyeron en mí, me brindaron su apoyo y su cariño a lo largo de mi vida.

Estefani Yojana

Agradecimiento

Al Gerente General de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS) Moquegua S.A. Ing. Walter Santiago Villasante Conza y al Ing. Víctor Raúl Calluari Mamani, jefe de la oficina de Producción de agua Potable y tratamiento de Aguas Residuales por otorgarnos los permisos y todas las facilidades para el desarrollo de nuestra investigación.

Queremos agradecer al Ing. Marco Antonio Huacollo Álvarez por su apoyo desinteresado en el periodo de ejecución del trabajo de investigación. A nuestro asesor el Dr. Fernando Antonio Sernaque Aucahuasi por sus asesorías, palabras de aliento y habernos guiado exitosamente en el desarrollo de nuestra tesis.

Las autoras

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023", cuyos autores son ANTACAHUANA TITO ESTEFANI YOJANA, RIVERA CHIPANA DIANA DEL PILAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 08 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07234567 ORCID: 0000-0003-1485-5854	Firmado electrónicamente por: FSERNAQUEA el 24- 04-2024 14:45:39

Código documento Trilce: TRI – 0742160



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ANTACAHUANA TITO ESTEFANI YOJANA, RIVERA CHIPANA DIANA DEL PILAR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompaña la Tesis titulada: "Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ANTACAHUANA TITO ESTEFANI YOJANA DNI: 72300527 ORCID: 0000-0002-0550-7092	Firmado electrónicamente por: EANTACAHUANA el 14-07-2024 13:42:40
RIVERA CHIPANA DIANA DEL PILAR DNI: 71230150 ORCID: 0000-0001-8751-9371	Firmado electrónicamente por: DDPRIVERA el 14- 07-2024 13:40:36

Código documento Trilce: INV - 1631169



Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y Operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	41
3.7. Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS.....	43
V. DISCUSIÓN.....	81
VI. CONCLUSIONES.....	85
VII. RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS.....	88
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	17
Tabla 2. Valoración de instrumentos validados por expertos	20
Tabla 3. Instrumentos utilizados para la investigación.	21
Tabla 4. Datos obtenidos de los ensayos iniciales	43
Tabla 5. <i>Datos obtenidos de los ensayos finales</i>	44
Tabla 6. <i>Datos obtenidos de los ensayos finales</i>	45
Tabla 7. <i>Datos obtenidos de los ensayos finales</i>	55
Tabla 8. <i>Datos obtenidos de los ensayos finales</i>	55
Tabla 9. <i>Datos obtenidos de los ensayos finales</i>	64
Tabla 10. <i>Datos obtenidos de los ensayos finales</i>	64
Tabla 11. Resumen de datos obtenidos de los ensayos inicial y final para análisis comparativo.....	74
Tabla 12. Resumen de procesamiento de casos	75
Tabla 13. Resumen de pruebas de normalidad de datos de monitoreo.....	75
Tabla 14. Resumen de datos descriptivos de la prueba de ANOVA (de monitoreo).	76
Tabla 15. Resumen de pruebas de normalidad para datos finales	76
Tabla 16. Resumen de datos descriptivos de la prueba de ANOVA (finales)	77
Tabla 17. Prueba de Tukey para materia orgánica.	77
Tabla 18. Prueba de Tukey para nitrógeno total	78
Tabla 19. Prueba de Tukey para fósforo.....	78
Tabla 20. Prueba de Tukey para potasio.	78
Tabla 21. Prueba de Tukey para pH	79
Tabla 22. Prueba de Tukey para conductividad eléctrica.....	79
Tabla 23. Prueba de Tukey para temperatura.....	79

Tabla 24. Prueba de Tukey para humedad.....	80
--	----

Índice de figuras

Figura 1. Los tres grupos de microorganismos componentes del EM	9
Figura 2. La curva del proceso de compostaje	12
Figura 3. Flujograma de procedimientos del proyecto de investigación.	22
Figura 4. Planta de tratamiento de agua residual Omo - Moquegua.	23
Figura 5. Recolección de 144 kg de lodos residuales de los lechos de secado de la PTAR Omo	24
Figura 6. Insumos y materiales para realizar la captura y extracción.	25
Figura 7. Pesaje de 100 g de arroz cocido para cada envase de captura.	26
Figura 8. Sellado de los envases de captura.....	27
Figura 9. Limpieza y cavado de la zona seleccionada para el depósito de captura.	28
Figura 10. Deposito cubierto con materia orgánica de la zona.....	28
Figura 11. Señalización de las rocas que se encuentra el depósito de captura.	29
Figura 12. Captura de microorganismos	30
Figura 13. Ingredientes para la preparación de los Microorganismos Eficientes de Desierto (MENDE).....	31
Figura 14. Preparación de los Microorganismo Eficientes de Desiertos (MENDE). Fuente: Elaboración propia.	32
Figura 15. Microorganismos Eficientes activados.....	33
Figura 16. <i>Cajas dispuestas al azar y rotuladas</i>	34
Figura 17. Mezcla de los residuales y aserrín.	34
Figura 18. Esquemas empleados para los tratamientos T0, T1, T2, T3.	35
Figura 19. Agregación de agua al compost para mantener la humedad.	37
Figura 20. Medición de pH	37
Figura 21. Medición del pH.....	38
Figura 22. Medición de la temperatura.	38

Figura 23. Medición de la humedad.	39
Figura 24. Recojo de muestra para envío a laboratorio Slab.....	40
Figura 25. Preparación y embalaje de las muestras para envío a Laboratorio Slab.	40
Figura 26. Muestras para envío a laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA	41
Figura 27. Materia orgánica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).....	46
Figura 28. Nitrógeno total obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1)	47
Figura 29. Fósforo P ₂ O ₅ obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1)	48
Figura 30. Potasio K ₂ O obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1).....	49
Figura 31. pH obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1)	50
Figura 32. Conductividad eléctrica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).	51
Figura 33. Temperatura obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).....	52
Figura 34. Humedad obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).....	53
Figura 35. Materia orgánica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).....	56
Figura 36. Nitrógeno total obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2)	57
Figura 37. Fósforo P ₂ O ₅ obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2)	58
Figura 38. Potasio K ₂ O obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2).....	59
Figura 39. pH obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2)	60
Figura 40. Conductividad eléctrica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).	61
Figura 41. Temperatura obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).....	62
Figura 42. Humedad obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).....	63
Figura 43. <i>Materia orgánica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T3)</i>	65
Figura 44. Nitrógeno total obtenido de las muestras respectivas (T0 y T3).....	66
Figura 45. Fósforo P ₂ O ₅ obtenido de las muestras respectivas (T0 y T3).	67

Figura 46. Potasio K_2O obtenido de las muestras respectivas ($T0$ y $T3$).....	68
Figura 47. pH obtenido de las muestras respectivas ($T0$ y $T3$).	69
Figura 48. Conductividad eléctrica obtenida de las muestras respectivas ($T0$ y $T3$).	70
Figura 49. Temperatura obtenida de las muestras respectivas ($T0$ y $T3$).....	71
Figura 50. Humedad obtenida de las muestras respectivas ($T0$ y $T3$).....	72

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de microorganismos eficientes (EM) en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo – Moquegua. La investigación fue aplicada, experimental pura, se ensayaron 4 tratamientos y 3 repeticiones, dispuestos en un diseño completamente al azar utilizando una mezcla de 12 kg. de lodos por unidad experimental. De los resultados se obtuvo que aplicar EM (EM compost, EM agua y MENDE) para la obtención de compost del lodo residual, es positivo ya que permite un incremento en parámetros como un pH cercano a la neutralidad, de 5.2 a 6.2, se incrementa el valor de la conductividad eléctrica, de 211 a 537.8 mS/m, ya que al mineralizarse la materia orgánica origina un incremento en la concentración de nutrientes y, por ende, de sales. Se incrementa el porcentaje de materia orgánica (27.3 a 71.29%), una característica importante para los abonos. Además, se incrementa la cantidad de fósforo, un nutriente esencial e importante para poder asegurar el crecimiento y salud de los cultivos, se reduce la cantidad de nitrógeno, aunque es importante, pero a veces es complicado manejarlo.

Palabras clave: Microorganismos Eficientes, compost, lodo residual, residuos orgánicos.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the influence of efficient microorganisms (EM) in obtaining compost from the residual sludge of the Omo – Moquegua WWTP, 2023. The research was applied and purely experimental. From the results, it was obtained that applying EM (EM compost, EM water and MENDE) to obtain compost from the residual sludge of the Omo WWTP, in Moquegua, is positive in several aspects, since it allows an increase in several parameters such as pH higher, close to neutrality, from 5.2 to 6.2, being of great benefit for different applications, the value of electrical conductivity also increases, from 211 to 537.8 mS/m, and this is to be expected, since when the organic matter is mineralized causes an increase in the concentration of nutrients and, therefore, salts. The percentage of organic matter increases (27.3 to 71.29%), an important characteristic for fertilizers. In addition, the amount of phosphorus is increased, an essential and important nutrient to ensure the growth and health of crops. And finally, an increase in temperature is obtained, due to microbial activity in the crop, related to the degradation of organic matter in organic waste.

Keywords: Efficient Microorganisms, compost, residual sludge, organic waste.

I. INTRODUCCIÓN

Los lodos residuales que provienen del tratamiento de aguas residuales (PTAR), contienen grandes cantidades de materia orgánica y compuestos tóxicos. Debido a su rápida formación y en grandes cantidades se debe establecer una correcta acción para su estabilización y disposición final (Reyes et al., 2020). El lodo residual es un residuo contaminado por el procesamiento de los desechos urbanos, la eliminación puede convertirse en un problema al implementarse incorrectamente, produciendo un problema ambiental grave y salubre (Alonso et al., 2019). La utilización de lodos de las PTAR como fertilizantes es común en diversas partes del mundo, sin embargo, existe preocupación debido a que no se trata adecuadamente más de la mitad de la cantidad producida de lodos, lo que resulta en su disposición en áreas contaminadas, generando impactos ambientales negativos (Mongabay, 2022).

En un informe de 2017, se constató que mundialmente se producen 45 millones de toneladas de lodos residuales (Gao et al., 2020). Los países con las mayores cantidades de lodos de plantas depuradoras en la Unión Europea son Alemania, el Reino Unido y Francia, mientras que Italia y España generan cantidades ligeramente menores (cada país produce más de 700 000 toneladas de materia seca al año). Estos cinco países representan aproximadamente el 75% del total de lodos de plantas depuradoras en la Unión Europea (Kacprzak et al., 2017). En Japón, la eliminación de lodos residuales se realiza principalmente mediante la incineración (alrededor del 70% de los casos) y la aplicación en vertederos. En Corea del Sur, anteriormente se solía verter aguas residuales al mar hasta 2012, pero en la actualidad, la gestión de lodos de plantas depuradoras se enfoca principalmente en enviarlos a vertederos (Shaddel et al., 2019). En cambio, en China y Turquía, los vertederos y depósitos son las principales opciones para la gestión de lodos (Yesil et al., 2021).

La liberación directa e incontrolada de aguas y lodos residuales en ríos, lagos y el mar sin un tratamiento preventivo, viene a ser una de las principales causas de contaminación (Zela & Olivas, 2022). Los lodos residuales, que son generados por una PTAR, son considerados residuos biosólidos y causan situaciones negativas en el ambiente debido a su manejo y colocación final inadecuados (Ministerio del

Ambiente, 2017). Según el Decreto Supremo N.º 015-2017-VIVIENDA, se fomenta el aprovechamiento de los lodos generados en las PTAR, los cuales una vez después de ser tratados y convertidos en biosólidos, encuentran diversos usos beneficiosos en actividades como la agricultura, la silvicultura y la industria cerámica, entre otras, teniendo en cuenta los riesgos para la salud y el medio ambiente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017). En la actualidad, existen 28 plantas a nivel nacional que cuentan con lechos de secado para deshidratar los lodos, mientras que 9 plantas disponen de deshidratadores mecánicos como centrífugas y prensas. De las 171 PTAR a nivel nacional, los lodos residuales de 53 plantas (31%) se envían a rellenos sanitarios o vertederos debido a la falta de autorización de estos en un plano nacional. Los lodos de 10 plantas (6%) se destinan al uso con fines agrícolas, mediante la venta o gratuitamente. Los lodos de 71 plantas (42%) permanecen en el mismo lugar.

Para esta investigación se eligió la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la ciudad de Moquegua, ubicada en el sector Omo, la cual concentra las aguas residuales de la misma ciudad.

Por ello, se plantea como **pregunta general** ¿Cuál es la influencia de microorganismos eficientes en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023? Y como **preguntas específicas** ¿Cuál es el efecto de la aplicación del EM compost en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023?, ¿Cuál es el efecto de la aplicación del EM agua en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023? y ¿Cuál es el efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023?

Esta investigación posee justificación práctica debido a que contribuye en plantear una reutilización de los lodos de una PTAR mediante el compostaje, obteniendo un producto como es el compost y un aprovechamiento para ser utilizados en actividades agrícolas y forestales, aplicados en diferentes tipos de suelos y de esa forma brindar una solución al incorrecto manejo y disposición final de los lodos residuales que es responsable de causar problemas de contaminación ambiental

(Alonso et al., 2019). Respecto a la justificación social, contribuye a la reducción de malos olores y focos infecciosos que pueden afectar la salud y tranquilidad de las personas, por la disposición inadecuada de los lodos (Bernal et al., 2017) Finalmente, tuvo como justificación económica, en que se puede mencionar que el compostaje realizado con microorganismos eficaces, comparado con otras opciones de tratamiento, como la disposición en rellenos sanitarios seguros o la incineración, resulta ser más económica (Onwosi et al., 2017)

En relación con todo lo expuesto, se planteó como **objetivo general** Evaluar la influencia de microorganismos eficientes en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023. El cual se puede lograr al desarrollar los **objetivos específicos**: determinar el efecto de la aplicación del EM compost en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023, determinar el efecto de la aplicación del EM agua en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023, determinar el efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023.

Y, por último, se plantea la siguiente **hipótesis general**; la influencia de microorganismos eficientes logran mayor eficacia en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023, y como **hipótesis específicas**; el efecto de la aplicación de EM Compost mejoran las condiciones de los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023, el efecto de la aplicación de EM Agua mejoran las condiciones de los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023, el efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto mejoran las condiciones de los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional, se encontró una investigación elaborada en Polonia, desarrollada por Bojarski et al. (2023), quienes plantearon como objetivo determinar la posibilidad de producir compost para utilizarse como fertilizante en viveros forestales. Utilizaron dos biorreactores (K_1 y K_2), con una mezcla de un 52 % de astillas de pino y un 48 % de lodos de depuradora cada uno. Los lixiviados producidos durante el compostaje, se caracterizaron por un alto contenido de NPK. El lixiviado recolectado al final del experimento se caracterizó por un contenido de nitrógeno de aproximadamente 6500 mg/dm³, fósforo de aproximadamente 450 mg/dm³ y potasio de aproximadamente 500 a 700 mg/dm³. En contraste, el compost producido contenía aproximadamente 0,57 g/kg de nitrógeno, aproximadamente 0,39 g/kg de fósforo y aproximadamente 0,24 g/kg de potasio. Se demostró la viabilidad de producir compost a partir de residuos de tala y lodos residuales. Los productos obtenidos del proceso de compostaje contenían cantidades variables de nitrógeno. El lixiviado después del proceso de aireación contenía más de 6400 mg/dm³ y el condensado del enfriador recolectado antes del proceso de aireación contenía de 3 a 8 g de nitrógeno amónico por kilogramo de líquido. Se determinó que el pH y nitrógeno fue relativamente bajo.

Se tuvo la investigación realizada en República Checa, desarrollada por Dume et al. (2023), planteando como objetivo evaluar la viabilidad tecnológica y calidad del producto final empleando compostaje y vermicompostaje de lodos de depuradora en distintas relaciones C/N. Emplearon compost y vermicompost producido de lodo residual (SS) y paja de trigo peletizada (PWS) en diferentes proporciones de C/N siendo (1) 6:1, (2) 18:1, (3) 28:1 y (4) 38:1, la mezcla SS con PWS en sí fue de: (1) 100% SS, (2) 75% SS + 25% PWS, (3) 50% SS + 50% PWS y (4) 25% SS + 75% PWS. Antes del vermicompostaje (120 días), se realizó un compostaje durante 14 días. Se encontraron niveles más significativos en el vermicompost, potasio total (37 a 88%), magnesio (4,3 a 12%), nitrógeno nitrato (71 a 98%), potasio disponible (53 a 88%), fósforo (79%), magnesio disponible (54 a 453%), boro disponible (48 a 303%) y cobre disponible (2,5 a 82 %). Sin embargo, los niveles más bajos fueron de nitrógeno amónico (59 a 85%), hierro disponible (2,3 a 51,3%), manganeso disponible (29,7 a 52,2%), zinc disponible (10,5 a 29,8%), carbono total (0,75 a

4,5%), y nitrógeno total (1,6 a 22,2%). La comparación de las diversas relaciones C/N mostró que el vermicompost con una relación de 18:1 superó al compost y demostró la mayor población de lombrices (165 piezas/kg).

Se encontró una investigación en Ecuador, elaborada por Alvarez et al. (2019), donde plantearon como objetivo evaluar la calidad del compost (C) creado de estiércol de gallinas mediante la aplicación de microorganismos beneficiosos autóctonos (EMA). El estudio duró 13 semanas, utilizando grupos microbianos beneficiosos CMB1 de col (*Brassica oleracea*) y CMB2 de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), inoculados semanalmente al 5% de concentración en las pilas de (C). Se utilizó un DCA con 3 R y se establecieron tres tratamientos: T1 (CMB1), T2 (CMB2) y T3 (Testigo o control). Los resultados mostraron que los ácidos húmicos presentes en el T1 (3 a 4%) y T2 (3%) superaron en contraste al tratamiento testigo (T3), que tuvo un contenido de ácidos húmicos del 1%. En cuanto al contenido de materia orgánica, se observó el valor más alto en el T2 (41%) y el valor menor en el T1 (35%). La mayor actividad biológica se encontró en el T2 (4 ug/ml) y el T1 (3 ug/ml), el tratamiento control (T3) mostró una actividad biológica mucho menor, con solo 1 ug/ml. La inoculación de EMA en el compostaje del estiércol de gallinas resultó en una mejora significativa en la calidad del compost, con un aumento en los ácidos húmicos, mayor contenido de materia orgánica y una mayor actividad biológica.

Se obtuvo un artículo de investigación elaborado en China por Zhang et al. (2018), planteando como objetivo evaluar el desempeño del co-compostaje de lodos de depuradora (SS) y residuos sólidos municipales (OFMSW) en distintas proporciones. Agregaron tallo de maíz al 15% del peso húmedo total para mejorar el proceso de co-compostaje. Se diseñaron siete tratamientos con distintas proporciones de SS y OFMSW, y se operaron durante 15 días en reactores de compostaje. Los resultados mostraron que los tratamientos T1-T3 tuvieron un período termofílico más corto (50°C) en comparación con los tratamientos T4-T7, donde la temperatura fue más baja. El pH de todos los tratamientos se mantuvo en el rango de 7,0 a 8,5. La reducción de materia orgánica fue del 45,3% al 46,7% para los tratamientos T5-T7, mientras que para los tratamientos T1-T3 la reducción fue del 35,0% al 38,2%. La relación C/N disminuyó en todos los tratamientos,

pasando de un rango de 14,4 a 24,3 a un rango de 12,2 a 17,4. Incrementar la proporción de OFMSW brindo un mejoramiento en la descomposición de la materia orgánica, prolongando el período termofílico y aumentando la humificación. Sin embargo, un exceso de OFMSW pudo afectar negativamente la madurez del compost, requiriendo un período de compostaje más largo. Se observó una mala calidad del compost cuando se agregó OFMSW en más del 55% durante los primeros 15 días de co-compostaje rápido.

Se tuvo la investigación desarrollada en La Habana, elaborada por Romero & Vargas (2017), planteando como objetivo monitorear los cambios físicos, químicos y microbiológicos en el agua después de la aplicación del producto Versaklin, que consiste en microorganismos eficientes (EM). Se llevaron a cabo muestreos en 10 zonas designadas en una zanja del municipio de Güines, provincia Mayabeque, Cuba, a las 0 h, 24 h y 48 h después a la aplicación. Los resultados mostraron que el pH del agua fue mantenido con un valor promedio de 7.3, lo cual es correcto para el crecimiento de los EM. La temperatura del agua osciló entre 25.5 °C y 28.2 °C, condiciones que favorecen el desarrollo de los EM y la descomposición de la materia orgánica. Se determinó que la máxima efectividad en la eliminación de los parámetros establecidos se llegó a las 24 h después del uso del Versaklin, lo que resultó en una disminución significativa de la existencia de cuerpos en las aguas contaminadas.

En la ciudad de México se desarrolló una investigación llevada a cabo por Lugo et al. (2017), donde plantearon el objetivo de ensayar mezclas de lodos residuales (LR) y estiércol equino (EE) en distintas cantidades mediante vermicompostaje, determinar su estabilidad y recomendarlas como mejorador de suelos. Se manejaron 4 proporciones de EE y LR: E100, E85-LR15, E70-LR30 y E55-LR45 y se monitoreo durante 90 días. El resultado revelo una baja cantidad de C orgánico, relación C: N y pH. Aumento la cantidad de N total a los 30 días y CE a los 75 días. El P incremento para E70-LR30 (57.3 ± 8.3 mg/kg a 1369.8 ± 114.8 mg/kg) al finalizar. A los 45 días se estabilizo el vermicompost en cuanto al C: N: E100 (11.4); E85-LR15 (10.8); E70-LR30 (12.6) y E55-LR45 (11.2). La mejor proporción es de E70-LR30, ya que presenta un equilibrio de N y C, el pH (7.24 ± 0.1) fue neutro, la cantidad de P tuvo un incremento considerable y la cantidad de lombrices fue mayor

(1790) frente a los demás tratamientos, concluyendo que esta relación es mejor para su aplicación como compost orgánico.

Respecto al ámbito nacional, se tuvo la investigación realizada en Moquegua, elaborada por Chaparro et al. (2020), planteando el objetivo de emplear microorganismos eficientes para elaborar compost a partir de los residuos orgánicos. Emplearon un diseño no experimental con 2 tratamientos y 2 repeticiones. Los resultados determinaron que la temperatura máxima en el proceso de fermentado para elaborar compost aplicando microorganismos eficientes fue de 53 °C luego de pasado 20 días, y de 45 °C pasado los 45 días. Se concluye que se capturo colonias de Microorganismos Eficientes de color verde, crema, gris, negro y blanco y se obtuvo MENDE Madre y Activo durante 7 días cada uno. La adición de MENDE Activo al 10 % en la obtención de compost disminuyo su proceso a 40 días y sin la adición demoró 80 días.

Se encontró una investigación en Huancayo, desarrollada por Huayllani (2017), donde planteó el objetivo de investigar el efecto de los microorganismos eficaces (EM-Compost) en la generación de compost (C) a partir de lodos residuales (LR). Se realizaron ensayos utilizando 5 dosis de EM-Compost: 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, dispuestas en un DCA experimental con 3 repeticiones. Cada unidad experimental fue de 20 kg de LR. Se utilizaron marcos de 0.60 cm x 0.60 cm, con filas definidas para cada tratamiento y separadas por pilas de 0.10 cm horizontalmente, y verticales para las tres repeticiones separadas por 0.30 cm. Los resultados del estudio indicaron que los contenidos de MO, C/N, conductividad eléctrica (CE), humedad, pH, nitrógeno, fósforo, potasio y cromo total se encontraron bajo los estándares de calidad establecidos. El compost obtenido fue de 70.605% y 76.310%. Se estableció una correlación y regresión entre las dosis de EM-Compost y los valores de pH, CE, humedad y rendimiento de peso final. En general, el uso del EM-Compost mostró ser una técnica efectiva para la producción de compost.

En la ciudad de Juliaca, Coyla (2022) desarrolló su investigación planteando como objetivo evaluar el impacto de microorganismos eficientes (EM) en el compostaje de lodos residuales (LR) en Lampa. Se extrajeron 4 muestras de dos lechos de secado, totalizando 8 muestras seleccionadas aleatoriamente según la R.M. 093-2018 vivienda. Los resultados revelaron que el tratamiento T2 alcanzó un tiempo

de maduración de 69 días, más corto que los tratamientos T1 y T3. La remoción de coliformes fecales fue alta en todos los tratamientos, con porcentajes de 99.80%, 99.56% y 99.80% en T1, T2 y T3, respectivamente. Además, los niveles de N, P y K en los tres tratamientos estuvieron dentro de valores propuestos por la FAO, y las relaciones C/N fueron de 28.6, 22.5 y 22.3 en T1, T2 y T3. Se concluyó que los EM tienen un efecto positivo en la descomposición, ya que se logró obtener compost en menos tiempo y mejorar la calidad, convirtiéndolo en un fertilizante adecuado para su aplicación en agricultura y silvicultura.

En la ciudad de Lima, Alarcon et al. (2019) desarrollaron su investigación donde plantearon como objetivo producir un biofertilizante utilizando microorganismos eficientes autóctonos (EMA) recolectados en Pisonaypata, Perú. Se construyeron ocho capturadores de EMA, ubicados a una profundidad de 10 cm en el suelo por 2 semanas. Teniendo los EMA recolectados en tarimas, se elaboraron 5 L de biofertilizante, que contenían 25106 UFC/g de bacterias aerobias viables, 6010 UFC/mL de *Bacillus* sp., 2010 NMP/g de bacterias fijadoras de N, y >34107 UFC/g de *Lactobacillus* sp. Los resultados concluyeron que la utilización de EMA en la producción de biofertilizantes da una gran efectividad en el campo, debido a que estos microorganismos están aptos para las características específicas del suelo de la región. Se recomienda el uso de fertilizantes como una adición inicial a los métodos comerciales, con el propósito de ir reemplazándolo a futuro totalmente. En resumen, la aplicación de biofertilizantes elaborados a partir de microorganismos eficientes autóctonos representa una opción prometedora para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la agricultura en la región estudiada.

Los microorganismos eficientes (EM), se trata de un cultivo combinado de diversos microorganismos beneficiosos de origen natural, sin manipulación genética. Esta combinación es beneficiosa en la salud y el bienestar del ecosistema, ya que favorece una coexistencia armoniosa entre los organismos en el entorno (Romero y Vargas, 2017). Abarcan una amplia variedad de microorganismos, incluyendo bacterias ácido-lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos, todos los cuales tienen actividad fermentativa (Tanya & Leiva, 2019).

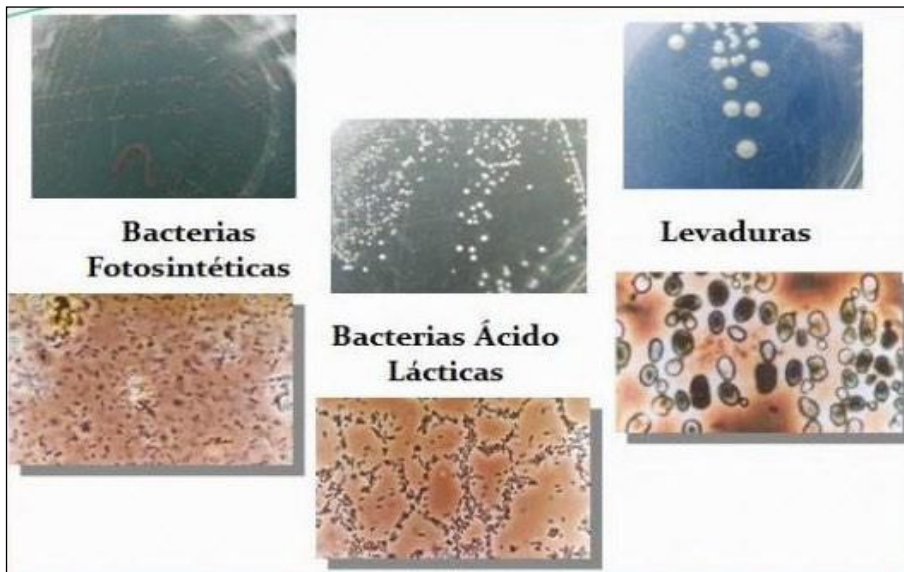


Figura 1. *Los tres grupos de microorganismos componentes del EM.*

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (2009).

Los tipos de microorganismos presentes son los siguientes:

Las bacterias del ácido láctico (BAL) son empleadas comúnmente en la fermentación, ya que permiten la producción de diversos productos, entre ellos, yogur, queso, bebidas, cervezas entre otros (Torres et al., 2015), no minimizan el nitrato a nitrito y generan ácido láctico principalmente del resultado de la fermentación de carbohidratos (Anguiano et al., 2017).

El grupo de bacterias fotosintéticas utilizan moléculas orgánicas provenientes de las raíces de las plantas como fuente de carbono, y a la vez, aprovecharon la luz solar y la energía geotérmica como fuentes de energía para llevar a cabo su proceso fotosintético (Su et al., 2017), producen aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, vitaminas y azúcares, siendo usados por microorganismos heterótrofos en su desarrollo (Luna & Mesa, 2017) poseen gran metabolismo que incluye respiración aeróbica y anaeróbica, la fijación de N (Tanya & Leiva, 2019).

Las levaduras son hongos microscópicos unicelulares que pueden degradar materias orgánicas a través de la fermentación segregando substratos que son beneficiosos, como los actinomicetos y las bacterias productoras del ácido láctico (Kumari & Singh, 2017). Utilizan diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía (Fayemi & Ojokoh, 2012).

Los EM Compost vienen a ser un Inoculante biológico elaborado a partir de microorganismos simbióticos, agrupados por microorganismos eficaces y enzimas que degradaran la materia orgánica y minimizan malos olores. Promueven fermentaciones benéficas y equilibran la flora microbiana. Estos microorganismos no son tóxicos, ni causantes de enfermedades, genéticamente alterados, ni sintetizados químicos. La exposición no afectará al medio ambiente ni a la salud humana o animal. Contiene bacterias Acido lácticas $> 1.0 \times 10^5$, bacterias Fototrópicas $> 1.2 \times 10^5$, levaduras $> 1.1 \times 10^5$, enzimas. Posee una apariencia líquida con color marrón-amarillo, olor fermento-agradable y un pH: 3.5 (BIOEM, 2021).

La Activación del EM Compost se encuentra en estado de latencia, es decir, inactivo, para su conservación a largo plazo. La activación implica mezclar un 5% de EM compost y un 5% de melaza en 90% de agua dentro de un envase cerrado, reposando por 7 días. Cuando el proceso de activación está completo, se podrá percibir un olor agridulce y el pH será igual o menor a 3.5. Se recomienda una dosis específica de aplicación para su uso adecuado de 20 litros EM COMPOST activado por cada 10 TM de materia orgánica a compostar (BIOEM, 2021; Man & Clarke, 2021).

Los EM Agua promueven la rapidez en la descomposición de la materia orgánica, incrementando la velocidad de la ruptura de compuestos como proteínas, azúcares, grasas, minerales y fibras, a través de la fermentación (y no de putrefacción). Los microorganismos contenidos en EM Agua son facultativos y contienen bacterias fotosintéticas: $\geq 1.6 \times 10^4$, bacterias ácido-lácticas: $\geq 4.3 \times 10^5$, levaduras: $\geq 3.3 \times 10^4$ y enzimas (BIOEM, 2021).

Los Microorganismos Nativos de Desierto (MENDE) son beneficios en los procesos biológicos de los suelos, pueden ser detectados en la capa superficial y orgánica de un suelo menos afectado por la intervención humana (Huacollo, 2018). El proceso de producción implica una fermentación sólida y dos fermentaciones líquidas donde la calidad de las materias primas es fundamental para obtener un producto biológico apto para su uso. Se añaden sustratos como basura, miel, yogur, papilla de arroz y agua para conseguir la humedad necesaria. Así se caracterizan los principales sustratos utilizados (Díaz et al., 2020).

El objetivo principal del compostaje es reducir el tamaño y volumen de los desechos sólidos municipales, estabilizarlos para su disposición en vertederos y devolver los productos orgánicos a la naturaleza. Durante el compostaje, la sucesión de microorganismos desempeña un papel fundamental en la gestión efectiva del proceso (Devendra et al., 2023). El compostaje es una actividad de reducción de la materia orgánica realizado por microorganismos. Transforman la materia orgánica en un fertilizante valioso que puede ser utilizado como nutriente para las plantas y enmienda para mejorar la calidad del suelo, contribuyendo a reducir los posibles efectos perjudiciales de herbicidas, pesticidas y fertilizantes al prevenir su disolución en el suelo y las aguas subterráneas (Xie et al., 2023).

El compostaje cumple un rol importante en la gestión de residuos al fomentar la economía circular a través del tratamiento de biorresiduos recolectados de manera separada (Zafiu et al., 2023). Una de las principales restricciones en cuanto al empleo del compost como material fertilizante radica en la incertidumbre sobre la reserva de nutrientes para las plantas, especialmente nitrógeno (N) y fósforo (P) debido a que encuentran en formas tanto orgánicas como inorgánicas, las cuales no están fácilmente disponibles para las plantas de manera inmediata (Bernal et al., 2017). Leon

La calidad del compost se determina por la excelencia del material inicial utilizado y el resultado final obtenido, así como por las condiciones en las que se realiza la actividad. El compostaje se planifica cuidadosamente para lograr un estado en el que los sustratos alcancen un punto final de desecho apropiado (Insam et al., 2023). Las cualidades de excelencia pueden clasificarse en tres grupos: desempeño del producto (como nutrientes), aspecto del producto (aroma, materiales plásticos) y seguridad del producto (patógenos) (Stehouwer et al., 2022).

El compostaje puede seguir dos enfoques distintos: aeróbico o anaeróbico, siendo el primero considerablemente más rápido, eficiente en términos de energía y con menos olores desagradables. Este proceso consta de cuatro etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y curado (Soni & Devi, 2022).

La etapa mesófila se refiere al periodo en el cual los microorganismos se adaptan al nuevo entorno, iniciando la multiplicación y colonización de los residuos, esta etapa comienza con la temperatura similar al ambiente. Durante esta fase, los

microorganismos mesófilos comienzan a multiplicarse y utilizan C y N simples, lo que aumenta la temperatura de la combinación hasta llegar entre 50°C y 70°C (García, 2022). Luego en la fase termófila, es un período energético en el que hay una gran actividad de microorganismos, lo que incrementa la velocidad de degradación de la materia orgánica. Esta etapa presenta adicionalmente la desinfección del compost (Sarkar et al., 2016). Durante el enfriamiento, la temperatura desciende por debajo de los 60°C, los hongos termófilos vuelven a aparecer y colonizan el sustrato, descomponiendo la celulosa presente en él. A medida que la temperatura se reduce a 40°C, los microorganismos mesófilos retoman su función y el pH del sustrato experimenta una disminución parcial (Rojas, 2021). Y finalmente durante la maduración o curado se producen actividades secundarias de concentración y agrupan químicamente con compuestos ricos en carbono, que dan lugar a la creación de ácidos húmicos y fúlvicos (Román et al., 2013).

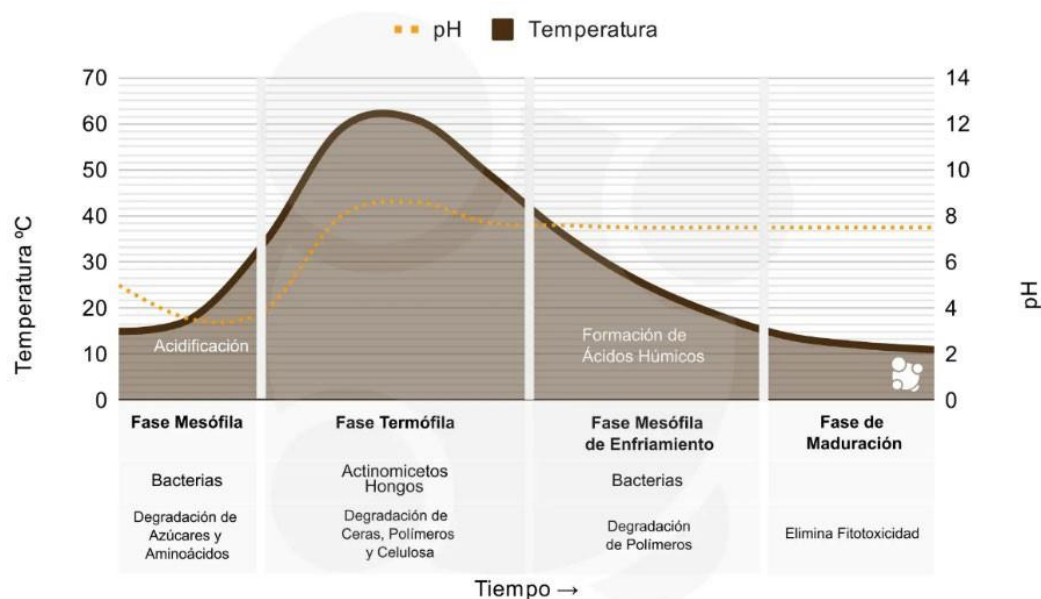


Figura 2. La curva del proceso de compostaje.

Fuente: CSR Laboratorio (2021).

Durante el proceso de compostaje, los diferentes factores operativos como el pH, la humedad, la relación C: N y la temperatura, tienen un impacto considerable en la composición bacteriana, generando alteraciones significativas (Ahmed et al., 2023). El nivel de acidez es un factor de gran relevancia en el proceso, dado que influye en las especies de microorganismos capaces de evolucionar y descomponer la

materia orgánica del sustrato. Se ha determinado que un intervalo de pH apropiado para llevar a cabo la fermentación aeróbica se encuentra entre 7,0 y 9,0 (Margaritis et al., 2023). La humedad está estrechamente ligada a los microorganismos debido a que estos organismos, al igual que cualquier ser vivo, emplean el agua como medio para llevar nutrientes y energía a través de sus membranas celulares (Guerrero Caro, 2021). La proporción adecuada de C y N es vital para el metabolismo de los microorganismos. Se recomienda una relación de 25/35 para iniciar el compostaje. Cuando esta relación supera los 40, la actividad microbiana se ve limitada, mientras que, si es inferior a 20, se acelera el proceso, pero se pierden elementos importantes al liberarse nitrógeno en forma de amonio (Bohórquez, 2019). La temperatura es vital en el compostaje, ya que las variaciones en ella pueden influir significativamente en la adaptabilidad de las enzimas en el microbioma y afectar la degradación del sustrato (Su et al., 2020).

Los lodos de depuradora son un valioso fertilizante que posee un gran potencial para enriquecer el suelo y promover la formación de las plantas. Esto se debe a que contienen mayores concentraciones de N, fósforo y una variedad de materia orgánica diversa (Mohamed et al., 2018). Gestionar los lodos generados presenta diversos desafíos debido a la variabilidad de los residuos, las opciones de uso beneficioso y la necesidad de adaptar el tratamiento y los productos utilizados para cumplir con requisitos específicos (Custodio et al., 2023). Existen dos estrategias fundamentales para manejar los lodos provenientes de una depuradora municipal: la primera es la reutilización, que abarca su aplicación en actividades agrícolas o en proyectos paisajísticos; la segunda opción es la disposición final, que implica su eliminación de manera definitiva (Grobealk et al., 2019). Hay diversas estrategias disponibles para reutilizar los lodos de una depuradora; sin embargo, también existen numerosas restricciones y limitaciones asociadas al método de gestión seleccionado (Kacprzak et al., 2017).

La cantidad de nutrientes fertilizantes presentes en los lodos biológicos de una depuradora está determinada por la procedencia de los lodos y los diversos procesos unitarios empleados durante su tratamiento (Mikula et al., 2022). Los lodos beneficiosos contienen niveles de nitrógeno de hasta un 10%, niveles de

potasio de hasta un 1%, y niveles de fósforo de hasta un 15% (expresado en forma de P_2O_5) (Kacprzak et al., 2017).

III. METODOLOGÍA

31. Tipo y diseño de investigación

- **Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada, puesto que es práctica aplicando bases teóricas del proceso de compostaje y los beneficios de microorganismos eficientes para dar solución y tratamiento a los lodos residuales generados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Omo Moquegua.

Emplea la teoría para abordar cuestiones prácticas basándose en los hallazgos, descubrimientos y soluciones planteados en el objetivo del estudio (Arias et al., 2022).

Se trata de proyectos innovadores que buscan adquirir nuevos conocimientos para resolver problemas específicos, originados en los resultados de la investigación básica. Estos proyectos se llevan a cabo en un tiempo más breve y tienen una marca notable en la sociedad (Castro et al., 2023).

- **Diseño de investigación**

El diseño empleado en el siguiente trabajo es de tipo experimental puro estableciéndose una muestra al azar, trabajándose con un grupo experimental (Microorganismos eficientes en contacto con lodos residuales) y de control (Lodos residuales sin contacto con Microorganismos eficientes); y se midió la variable dependiente (compost) mediante análisis de laboratorio y campo antes, durante y al final del proceso de investigación.

El diseño experimental puro se distingue por la aleatoriedad y probabilidad de los involucrados en los grupos experimental y de control. Esto significa que las distintas condiciones no controlables por el investigador se reparten al azar en ambos grupos, lo que reduce la posibilidad de que estas condiciones afecten los resultados (Ramos, 2021). Además, la medición de las variables de desenlace debe ser segadas, lo cual evita sesgos de información. Al concluir el estudio, la mayoría de los participantes deben haber tenido mediciones periódicas en tiempos diferentes hasta lograr el resultado (Zurita & Villasís, 2021).

32 Variables y Operacionalización

En el presente trabajo se tiene dos variables

- Variable Independiente: Microorganismos Eficientes
- Variable Dependiente: Compost

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Independiente Microorganismos eficientes	Estos microorganismos son un cultivo líquido mixto de microorganismos beneficiosos (Bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras) extraídos de la naturaleza y no modificados genéticamente capaces de coexistir entre sí e influir positivamente en un entorno de producción agrícola equilibrado y un buen entorno sanitario (Romero y Vargas, 2017)	Para determinar la influencia de los microorganismos eficientes en la obtención de compost del lodo residual, se aplicarán tres tipos de microorganismos eficientes con tres repeticiones al lodo residual para la obtención del compost	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de Microorganismos 	<ul style="list-style-type: none"> T1: Lodo residual 12 Kg + aserrín 2Kg + EM Compost (2%) T2: Lodo residual 12 Kg + aserrín 2Kg + EM Agua (2%) T: Lodo residual 12 Kg + aserrín 2Kg + MENDE (2%) 	ml/Kg ml/Kg ml/Kg
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Dependiente Compost	El compost reduce el tamaño y volumen de los desechos sólidos municipales, estabilizarlos para su disposición en vertederos y devolver los productos orgánicos a la naturaleza. Durante el compostaje, la sucesión de microorganismos desempeña un papel fundamental en la gestión efectiva del proceso. (Devendra, R, et al., 2023).	<p>Se construirá un área experimental que será un espacio con sombra y se habilitará diez contenedores para los tratamientos con los microorganismos eficientes</p> <p>El proceso de compostaje del lodo residual con los diferentes tratamientos producirá cambios en los parámetros de calidad, los cuales serán determinados mediante análisis de laboratorio según la normativa vigente.</p>	Parámetros físicos	<ul style="list-style-type: none"> Humedad Temperatura 	% °C
			Parámetros químicos	<ul style="list-style-type: none"> PH Nitrógeno (N) Fósforo (P₂O₅) Potasio (K₂O) Materia Orgánica 	Unid. pH mg/g mg/Kg mg/kg %

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

- **Población**

Se tomó como población al lodo proveniente del lecho de secado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Omo Moquegua, esta población se identificó de acuerdo con un aspecto ambiental que es la generación de lodos residuales, con una mala disposición de este generando contaminación del suelo, aire y sobrecarga de relleno sanitario.

La población de estudio hace mención a un grupo específico de casos el cual es definido, limitado y accesible. Este es el punto de referencia para seleccionar la muestra y debe cumplir con una serie de pautas previamente establecidos (Arias et al., 2016)

- **Muestra**

La cantidad de muestra recolectada siguió el protocolo de monitoreo de lodos aprobado mediante la Resolución Ministerial N° 093-2018-Vivienda. Según este protocolo, la superficie del lecho de secado se dividió en 4 partes, de las cuales se tomó una muestra puntual del centro de cada cuadro, obteniendo así un total de cuatro muestras del lecho de secado.

En total, se recolectaron 144 kg de lodo de la PTAR, que se distribuyeron en 4 grupos, cada uno con tres repeticiones, incluyendo la muestra de control. Posteriormente, se utilizó 1 kg del lodo de cada grupo para realizar los análisis fisicoquímicos correspondientes.

- **Muestreo**

El tipo de muestreo de la investigación corresponde a un muestreo paramétrico aleatorio simple puesto que se utilizaron muestras al azar, homogéneas y con las mismas características. De esta forma la población y cada sujeto tienen la misma posibilidad de ser incluidos en la muestra (Otzen & Manterola, 2017).

- **Unidad de análisis**

La unidad de análisis del estudio fueron los tres diferentes microorganismos eficientes en una dosis del 2% con la cantidad de lodo residual propuesto.

Esta unidad presenta datos experimentales obtenidos a partir de mediciones y

observaciones realizadas en el estudio, sirven como base para realizar análisis específicos. Representan la variable medida en cada unidad de muestra y son fundamentales para obtener resultados y conclusiones en la investigación (Man & Clarke, 2021).

34. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó para la investigación la observación experimental puesto que se observó el proceso de obtención de compost del lodo residual influenciado con los microorganismos eficientes.

Según Seid & Perez (2022) la observación experimental es el medio utilizado para que el investigador realice observaciones "controladas" dentro de un diseño experimental, empleando diversos instrumentos de medición.

- **Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos se elaboró los siguientes instrumentos de registro de datos: (ver Anexo 2).

- Ficha 01. Medición del parámetro de temperatura (T°).
- Ficha 02. Medición del parámetro de pH.
- Ficha 03. Evaluación del parámetro de humedad.

Tabla 2. Valoración de instrumentos validados por expertos

CARGO O INSTITUCIÓN DONDE LABORA	APELLIDOS Y NOMBRES	N° DE FICHA	PORCENTAJE (%) DE VALORACIÓN
Docente de Recursos Naturales	Mg. Cabello Torres Rita Jaqueline	Ficha 01	90%
		Ficha 02	
		Ficha 03	

Docente de Recursos Naturales	Dr. Espinoza Farfán Eduardo Ronald	Ficha 01	90%
		Ficha 02	
		Ficha 03	
Docente de Recursos Naturales	Mg. Garzon Flores Alcides	Ficha 01	90%
		Ficha 02	
		Ficha 03	

Tabla 3. Instrumentos utilizados para la investigación.

EQUIPO	MARCA	DEFINICIÓN	ETAPA
pH metro	pH Digital	Según (Skoog, Holler y Crouch 2017) El pH metro es un instrumento utilizado para medir el pH de una solución, que indica su acidez o alcalinidad.	Se utilizó para determinar el pH del compost cada semana durante todo el proceso y periodo de compostaje de los lodos residuales en contacto con los microorganismos eficientes.
Termómetro	OEM-TP101	El termómetro para compostaje es un instrumento que se utiliza para el seguimiento y control de la temperatura, dentro de la pila de compostaje (INFOAGRO, 2020).	Se utilizó para verificar la temperatura que alcanza el compost cada semana durante todo el proceso y periodo de compostaje de los lodos residuales en contacto con los microorganismos eficientes.

Fuente: Elaboración propia.

35. Procedimientos

La siguiente investigación se realizó en los siguientes lugares:

- La recolección de los lodos residuales se realizó en la PTAR Omo del Distrito de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto y Departamento de Moquegua.
- Para la ejecución de la investigación se implementó un espacio, en el que se instaló 12 cajas con el lodo residual, aserrín y los microorganismos eficientes, ubicado en Chen Chen Asoc. Las Casuarinas Y-10.

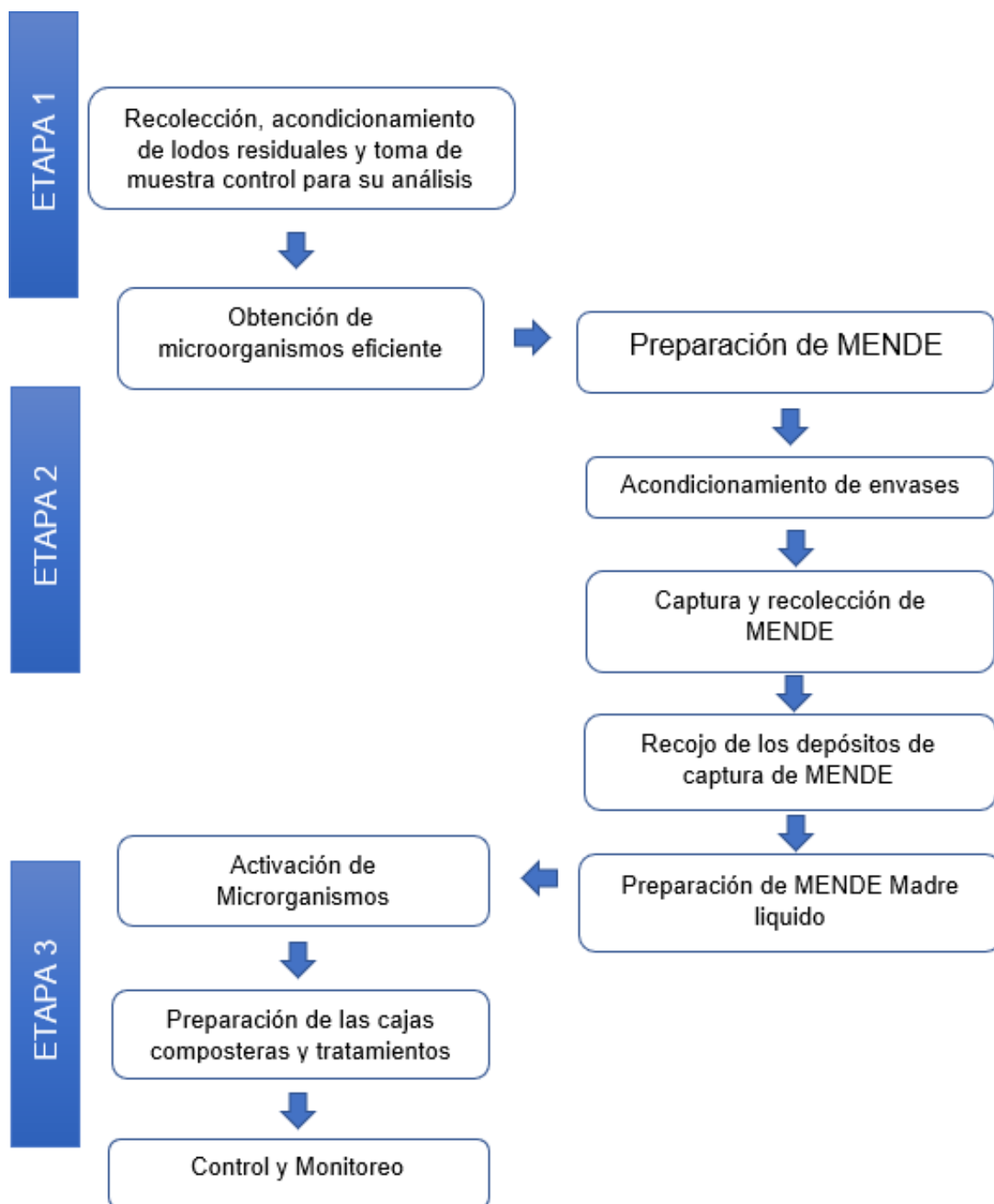


Figura 3. Flujograma de procedimientos del proyecto de investigación.

- **Recolección de lodos residuales para el tratamiento**

La planta de tratamiento de agua residual Omo se encuentra ubicada en el sector denominado Hondonadas de Omo, del distrito de Moquegua, provincia de Mariscal Domingo Nieto, departamento y región Moquegua.



Figura 4. *Planta de tratamiento de agua residual Omo - Moquegua.*

Los lodos residuales se obtuvieron en la PTAR Omo Moquegua, previa autorización del gerente de operaciones y jefe de la Oficina de producción de agua potable y Tratamiento de Aguas Residuales de la EPS Moquegua S. A. Siendo recolectados 144 kg de lodos residuales de los lechos de secado de la PTAR Omo Moquegua.



Figura 5. *Recolección de 144 kg de lodos residuales de los lechos de secado de la PTAR Omo.*

- **Traslado de lodos**

Los lodos fueron trasladados de la PTAR Omo a un espacio externo ubicado en Chen Chen Asociación Las Casuarinas Y-10.

- **Acondicionamiento del lodo**

Una vez trasladados los lodos al lugar destinado para la investigación, se colocaron 12 cajas cada una con una separación de 30 cm en el espacio destinado, las cuales han sido acondicionadas específicamente para servir como unidades experimentales durante el desarrollo de la investigación.

- **Microorganismos eficientes**

Se realizó la compra de dos tipos de microorganismos eficientes comerciales del tipo EM-agua y EM compost siendo de la marca BIOEM.



Figura 6. *Insumos y materiales para realizar la captura y extracción.*

- **Captura de microorganismos eficientes nativos del desierto (MENDE)**

Según Huacollo (2018), los microorganismos del suelo, conocidos como MENDE, desempeñan funciones beneficiosas en los procesos biológicos de los suelos y agroecosistemas. Los elementos requeridos para llevar a cabo la captura y extracción de los microorganismos del suelo (MENDE) y obtener 5 L de microorganismos, son los siguientes:

- 1000 gr de arroz
- 1 kg de melaza
- 1 litro de leche
- 120 gr de levadura seca
- 4 cucharadas de azúcar rubia
- 3 litros de agua sin cloro
- 10 trozos de tela delgada limpia
- 10 ligas
- 1 balde de 20 litros
- 1 balde de 4 litros

- 1 cuchara
- 1 vaso graduado de 1 litro
- 1 olla pequeña

Acondicionamiento de envases

Se tomaron 10 envases de plástico descartable de gaseosa de 2 litros con una altura de 12 cm y se les cortaron las bases.

Los envases cortados se lavaron minuciosamente con lejía y jabón, y luego se dejaron secar en un lugar limpio.

Se cortaron 10 trozos de tela fina con el propósito de cubrir adecuadamente la boca de los envases de gaseosa, permitiendo atarlos o sujetarlos en la parte superior.

Se cocino el arroz solamente con agua, sin añadir ningún condimento o sal, utilizando la cantidad necesaria de agua para cocinarlo sin que se deshaga.

Una vez que el arroz estuvo listo, se colocó un promedio de 100 gramos de arroz cocido en cada envase de captura (envases de gaseosa cortados y limpios).



Figura 7. Pesaje de 100 g de arroz cocido para cada envase de captura.

Se cubrieron los envases con las telas previamente cortadas y se ataron con una liga de jebe.



Figura 8. *Sellado de los envases de captura.*

De esta manera, los envases estuvieron preparados para ser colocados en los lugares de recolección.

Captura y recolección de MENDE

Se seleccionaron 10 puntos para ubicar los depósitos de captura, los cuales se detallan en el Anexo 6.

Se procedió a limpiar ligeramente la zona y a cavar un agujero que se ajuste adecuadamente al depósito.



Figura 9. *Limpieza y cavado de la zona seleccionada para el depósito de captura.*

Se dejó aproximadamente un borde superior de suelo de unos 2 centímetros, de manera que sea posible cubrir el depósito de captura con la tierra y la materia orgánica del entorno.



Figura 10. *Deposito cubierto con materia orgánica de la zona.*

Es de gran importancia asegurarse de que la tela que cubrirá el depósito permanezca en su lugar sin moverse, con el fin de evitar futuros inconvenientes como la entrada de tierra, agua o insectos que puedan dañar el contenido del depósito.

Se mantuvo el depósito en el lugar de captura durante un período de 7 días, tras lo cual se procedió a la recolección del depósito de captura de microorganismos del suelo (MENDE).

Finalmente, siempre se dejó una piedra rotulada con el número de muestra sirviendo como referencia para localizar los depósitos de captura.



Figura 11. Señalización de las rocas que se encuentra el depósito de captura

Recojo de los depósitos de captura de MENDE

Después de que transcurrieron 7 días, se inició el proceso de recolección de los depósitos de captura. Para ello, se utilizó una caja de cartón, permitiendo colocar los depósitos sin causar daños o afectar su contenido. En primer lugar, se retiró el

material de cobertura, que consistía en tierra y materia orgánica en descomposición.

En segundo lugar, se limpió la tela que cubre los depósitos para eliminar el polvo y la suciedad, y posteriormente se retiró para examinar la condición del arroz junto con los microorganismos.

En tercer lugar, los depósitos se colocaron en la caja para trasladarlos al lugar donde se llevó a cabo una inspección más minuciosa de los envases y su contenido, con el fin de verificar la adecuada colonización de los microorganismos.



Figura 12. *Captura de microorganismos.*

- **Preparación del MENDE**

Se realizó la preparación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto (MENDE) antes capturados siguiendo la metodología del “Manual de captura y multiplicación de Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto - MENDE (Huacollo Álvarez, 2018). Estos MENDE Madre consisten en microorganismos

concentrados que fueron utilizados para la preparación de los MENDE activados, para ello se requirió:

- 03 depósitos de captura con arroz y microorganismos
- 01 litro de leche o suero de leche
- 120 gr de levadura de pan
- 01 kg de melaza
- 04 cucharadas de azúcar rubia
- 04 litros de agua sin cloro
- 01 litro de agua sin cloro tibia a 35° C.
- 01 balde de 4 litros
- 01 balde de 20 litros
- 01 cuchara



Figura 13. *Ingredientes para la preparación de los Microorganismos Eficientes de Desierto (MENDE).*

Se colocó el contenido de los tres depósitos con las mejores poblaciones de

microorganismos que contienen arroz con microorganismos, junto con un litro de agua sin cloro, y se procedió a mezclar hasta obtener una pasta fina.

Simultáneamente, se procedió a preparar la levadura en un balde de 4 litros. Se añade un litro de agua sin cloro tibia y se disuelven las 4 cucharadas de azúcar rubia. Luego, se disuelven los 120 gramos de levadura y se deja reposar para activarla.

En un balde de 20 litros, se agregó el agua sin cloro (2 litros) y se agregó en ella el kilo de melaza hasta que esté completamente disuelta.

Se agregó al balde de 20 litros la mezcla obtenida del batido de arroz con microorganismos, así como la leche y la levadura activa

Todos los ingredientes se mezclaron, se tapó el balde y se dejó en un lugar sombreado y fresco durante 7 días para permitir la reproducción de los microorganismos en un ambiente anaeróbico.



Figura 14. Preparación de los Microorganismo Eficientes de Desiertos (MENDE).

- **Activación de microorganismos eficientes**

Se procedió a la activación de los microorganismos eficientes EM compost, EM Agua, Microorganismos Nativos de Desierto (MENDE) con las dosis determinadas en el manual, se utilizó proporciones para activar 100 ml de cada microorganismo eficiente a utilizar, para ello se requirió:

- 100 gramos de melaza + 100 ml de EM-Compost + 1 litro de agua.
- 100 gramos de melaza + 100 ml de EM-Agua + 1 litro de agua.
- 100 gramos de melaza + 100 ml de MENDE + 1 litro de agua.

Se almacenó en botellas de 3 litros cerradas debidamente rotuladas para su identificación y se esperó 7 días antes de ser aplicados en los tratamientos.



Figura 15. *Microorganismos Eficientes activados.*

- **Preparación del compost**

Se acondicionaron 12 cajas de frutas y se realizó el forrado de las mismas con un plástico impermeable para que la humedad del compost se mantuviera estable.

Las cajas se rotularon para identificar cada tratamiento y se dispusieron por el D.C.A.



Figura 16. Cajas dispuestas al azar y rotuladas.

- **Preparación del compost**

Se colocaron en todas las cajas los lodos residuales con aserrín en una proporción de 2:1 con la finalidad de tener una correcta relación C/N.

Los lodos residuales de la PTAR OMO se encontraron deshidratados por el tiempo que se encontraban en su lecho de secado por lo que fue necesario humedecerlo hasta tener una humedad del 50% necesario para el proceso de compostaje.



Figura 17. Mezcla de los residuales y aserrín.



Figura 18. Esquemas empleados para los tratamientos T0, T1, T2, T3.

Fuente: Elaboración propia.

- **Aplicación de los microorganismos eficientes**

La dosis de los microorganismos eficientes fue al 2% de concentración para cada tratamiento, se realizó por medio de aspersion en forma de lluvia para que se distribuya lo más homogéneo y parcialmente posible en toda la muestra.

Siendo las siguientes dosis por tratamiento:

T0: Lodo residual 12kg + aserrín 2kg sin dosis (0%)

T1: Lodo residual 12kg + aserrín 2kg + EM compost (2%)

T2: Lodo residual 12 kg + aserrín 2kg + EM agua (2%)

T3: Lodo residual 12kg + aserrín 2kg + MENDE (2%)

Tratamiento 0- T0R1, T0R2, T0R3

Se pesaron 12 kg de lodo y 2 kg de aserrín se colocaron en la caja compostera y finalmente se agregó agua hasta una humedad de 50% y se mezclaron.

Se procedió a cubrir las cajas para conservar su humedad.

- Tratamiento 1- T1R1, T1R2, T1R3

Se pesaron 12 kg de lodo y 2 kg de aserrín (2:1) se colocaron en la caja compostera y finalmente se agregó agua hasta una humedad de 50% junto a los microorganismos EM- Compost a una dosis del 2% y se mezclaron.

Se procedió a cubrir las cajas para conservar su humedad.

- Tratamiento 2- T2R1, T2R2, T2R3

Se pesaron 12 kg de lodo y 2 kg de aserrín (2:1) se colocaron en la caja compostera finalmente se agregó agua hasta una humedad de 50% junto a los microorganismos EM- Agua a una dosis del 2% y se mezclaron.

Se procedió a cubrir las cajas para conservar su humedad.

- Tratamiento 3- T3R1, T3R2, T3R3

Se pesaron 12 kg de lodo y 2 kg de aserrín (2:1) se colocaron en la caja compostera finalmente se agregó agua hasta una humedad de 50% junto a los Microorganismos MENDE (Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto) a una dosis del 2% y se mezclaron.

Se procedió a cubrir las cajas para conservar su humedad.

Se realizó por medio de volteos mecánicos manuales con apoyo de palas. Para cada tratamiento los volteos se realizaron 1 vez por semana para asegurar la oxigenación en el proceso de compostaje, se agregó agua para mantener la humedad al 50% sin agregar dosis de microorganismos eficientes conservando la

del inicio del proceso de compostaje.



Figura 19. *Agregación de agua al compost para mantener la humedad.*

- **Control y Monitoreo del compost**

El control y monitoreo de los parámetros fisicoquímicos de campo como el pH, la humedad y temperatura se realizaron una vez por semana al inicio del tratamiento hasta el último día del proceso de compostaje

- Medición de pH.

La medición de pH se realizó una vez por semana con el pH metro digital.



Figura 20. *Medición de pH.*



Figura 21. *Medición del pH.*

- Medición de la Temperatura.

La medición de la temperatura se realizó una vez por semana con el termómetro manual para compost.



Figura 22. *Medición de la temperatura.*

- Medición de la humedad.

La medición de la humedad se realizó una vez por semana. Esta medición se realizó mediante el método de puño para asegurar una correcta humedad en el proceso de compostaje y mantenerlo a una humedad del 50%.



Figura 23. *Medición de la humedad.*

- **Análisis de laboratorio**

Se analizaron los parámetros fisicoquímicos antes del proceso de compostaje para ello se tuvo que extraer 1 kg de muestra para el envío al laboratorio Slab (Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C.) y 1 kg de muestra al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.



Figura 24. *Recojo de muestra para envío a laboratorio Slab.*

Se analizaron los parámetros fisicoquímicos al término del proceso de compostaje para ello se extrajo 1 kg de muestra para el envío al laboratorio Slab (Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C.) y 1 kg de muestra al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA de cada caja compostera (unidad experimental).



Figura 25. *Preparación y embalaje de las muestras para envío a Laboratorio Slab.*

Se llevó a cabo un análisis de los lodos residuales antes de ser sometidos a los diferentes tratamientos, y posteriormente, se realizó un análisis de las muestras

experimentales a los 50 días después del inicio del compostaje. Estos análisis tienen como objetivo determinar las mediciones de los principales parámetros de calidad requeridos por las normas internacionales, tales como la relación C/N, el contenido de fósforo, potasio, pH, materia orgánica. Para realizar estos análisis, se extrajo una muestra de medio kilogramo de cada caja compostera que sirvió como muestra experimental.



Figura 26. Muestras para envío a laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA.

36. Método de análisis de datos

En esta investigación, se realizó un análisis de los datos obtenidos, donde se verificará si la distribución de los datos sigue una distribución normal utilizando el test de Shapiro-Wilks. Además, para examinar las diferencias en las medias de los datos observados, se empleó el análisis de varianza (ANOVA). Y por último se utilizó la prueba estadística de significancia de Tukey a un nivel de 0.05 %. Estas pruebas y cálculos se llevaron a cabo utilizando el software estadístico SPSS. Adicionalmente, para interpretar y presentar los resultados obtenidos en forma de tablas y gráficos, se utilizó el programa Excel 2016.

37. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación se realizó siguiendo los principios éticos

establecidos por la Universidad César Vallejo, y cumpliendo con los estándares científicos de responsabilidad y honestidad. Se empleó el manual ISO 690 y se siguieron las directrices y normas proporcionadas por la universidad para garantizar la calidad del estudio, respetando los derechos de autor de los documentos y artículos científicos citados, evitando cualquier forma de plagio o copia. Consecuentemente, los resultados de esta investigación, incluyendo su metodología, análisis, procesos y resultados sobre la Influencia de Microorganismos Eficientes en la obtención del Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo Moquegua-2023, son publicados y divulgados al público a través del repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. En todo momento, se aplicaron criterios de autenticidad, autonomía y legalidad durante el desarrollo y finalización del proyecto de investigación

IV. RESULTADOS

- **Desarrollo del objetivo específico 1**

Se procedió con determinar el efecto de la aplicación del EM compost en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo – Moquegua.

En primer lugar, se calcularon los parámetros fisicoquímicos antes de la aplicación de los EM, considerando una muestra control, que es la T0, conteniendo “12 kg de lodo residual + 2 kg de aserrín sin dosis”, y se procedió de la siguiente manera:

Se pesaron 12 kg de lodo y 2 kg de aserrín (2:1) se colocaron en la caja compostera finalmente se agregó agua hasta una humedad de 50% junto a los microorganismos EM- Compost a una dosis del 2%, y se mezclaron.

Datos iniciales de informe de ensayos de laboratorio

Tabla 4. Datos obtenidos de los ensayos iniciales.

Ensayo	Unidad	LC	Valor
pH	pH	0.1	5.6
Conductividad Eléctrica	mS/m	1	211
Materia Orgánica	%	0.5	27.3
Fósforo Disponible	mg/kg	0.8	100.3
Potasio Disponible	mg/kg	4	319.3
Carbonatos de calcio equivalente	%	0.5	0
Sodio cambiabile	Cmol/kg	0.1	1.49
Potasio cambiabile	Cmol/kg	0.1	0.79
Calcio cambiabile	Cmol/kg	0.2	64.95
Magnesio cambiabile	Cmol/kg	0.1	2.69
Acidez Intercambiabile	Cmol/kg	0.1	0.6
Aluminio Intercambiabile	Cmol/kg	0.1	0.2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/g	0.1	13.12
Textura			
Arena	%	-	54.5
Limo	%	-	33.1
Arcilla	%	-	12.4
Clase Textual	--	-	Franco
Humedad %	%	-	9.61
Temperatura	°C	-	21.5

Nota: Datos obtenidos de SLAB (Ver Anexo 7). Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en la muestra inicial antes de aplicar los EM compost. Se obtuvo un pH de 5.6, una conductividad eléctrica de 211 mS/m, materia orgánica con un porcentaje de 27.3%, fósforo disponible de 100.3 mg/kg, potasio disponible de 319.3 mg/kg, carbonatos de calcio equivalente de 0%, sodio cambiante de 1.49 Cmol/kg, potasio cambiante de 0.79 Cmol/kg, calcio cambiante de 64.95 Cmol/kg, magnesio cambiante de 2.69 Cmol/kg, acidez intercambiable de 0.6 Cmol/kg, aluminio intercambiable de 0.2 Cmol/kg, nitrógeno total Kjeldahl de 13.12 mg/g, con 54.5% de contenido en arena, con 33.1% de contenido de limo, con 12.4% de contenido de arcilla, con una humedad de 9.61% y una temperatura obtenida de 21.5 °C.

Datos finales de informe de ensayos de laboratorio

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de las distintas muestras con relación a los EM compost empleados, es decir, se emplearon las muestras T0R1, T0R2, T0R3, T1R1, T1R2 y T1R3. Dicha información fue representada en distintos gráficos para posteriormente poder realizar su interpretación correspondiente.

Tabla 5. Datos obtenidos de los ensayos finales.

Parámetro	Unidad	LCM	T0R1	T0R2	T0R3	T1R1	T1R2	T1R3
Materia Orgánica	%	0.01	67.78	69.48	71.86	69.72	69.17	67.61
Nitrógeno Total	%	0.01	3.39	3.47	3.59	3.49	3.46	3.38
Fósforo P ₂ O ₅	%	0.01	2.44	2.29	2.79	2.4	2.05	2.15
Potasio K ₂ O	%	0.01	0.15	0.15	0.16	0.17	0.15	0.14
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18	7	0.2	<0.18	35	0.78
pH	pH	0.1	6	5.8	6.2	6.2	6	6.1
Conductividad eléctrica	mS/m	0.1	491.7	545.2	505.5	537.8	504.2	551.2
Temperatura	°C	-	28.4	24.5	24.6	24.1	25.7	24.6
Materia seca	%	-	48.4	47.5	48.5	49.5	47.9	48

Nota: Datos obtenidos de SLAB (Ver Anexo 8). Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, toda la información de los datos iniciales y finales de los ensayos de laboratorio se obtuvo lo siguiente:

Tabla 6. Datos obtenidos de los ensayos finales.

Parámetro	Unidad	LCM	Inicial	T0R1	T0R2	T0R3	T1R1	T1R2	T1R3
Materia Orgánica	%	0.01	27.3	67.78	69.48	71.86	69.72	69.17	67.61
Nitrógeno Total	%	0.01	1.31	3.39	3.47	3.59	3.49	3.46	3.38
Fósforo P ₂ O ₅	%	0.01	0.01	2.44	2.29	2.79	2.4	2.05	2.15
Potasio K ₂ O	%	0.01	0.032	0.15	0.15	0.16	0.17	0.15	0.14
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	0	<0.18	7	0.2	<0.18	35	0.78
Ph	pH	0.1	5.6	6	5.8	6.2	6.2	6	6.1
Conductividad eléctrica	mS/m	0.1	211	491.7	545.2	505.5	537.8	504.2	551.2
Temperatura	°C	-	21.5	28.4	24.5	24.6	24.1	25.7	24.6
Humedad	%	-	9.61	48.4	47.5	48.5	49.5	47.9	48

Fuente: Elaboración propia.

Con dicha información se procedió a realizar los gráficos respectivos para poder analizarlos y dar respuesta al objetivo planteado.

La Figura 27 indica el porcentaje de materia orgánica obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), obtienen un aumento de dicho parámetro, donde T0R1 obtuvo un valor de 67.78%, T0R2 obtuvo un valor de 69.48% y T0R3 obtuvo un valor de 71.86%. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), se obtiene una reducción en la materia orgánica, esto es, para T1R1 se obtuvo un valor de 69.72%, para T1R2 se obtuvo un valor de 69.17% y para T1R3 se tuvo un valor de 67.61%. Se concluye que todas las muestras poseen una clase A (mayor a 45%) con respecto al porcentaje de materia orgánica. Con la muestra T0R3, se obtiene un porcentaje superior al 70%, en tanto que las muestras T0R1, T0R2, T1R1, T1R2, T1R3, brindaron valores entre 65 y 70%. Se obtiene un incremento del porcentaje de la materia orgánica sin tratamiento y con la aplicación de EM compost, aunque sin tratamiento el porcentaje es ligeramente mayor que con EM compost.

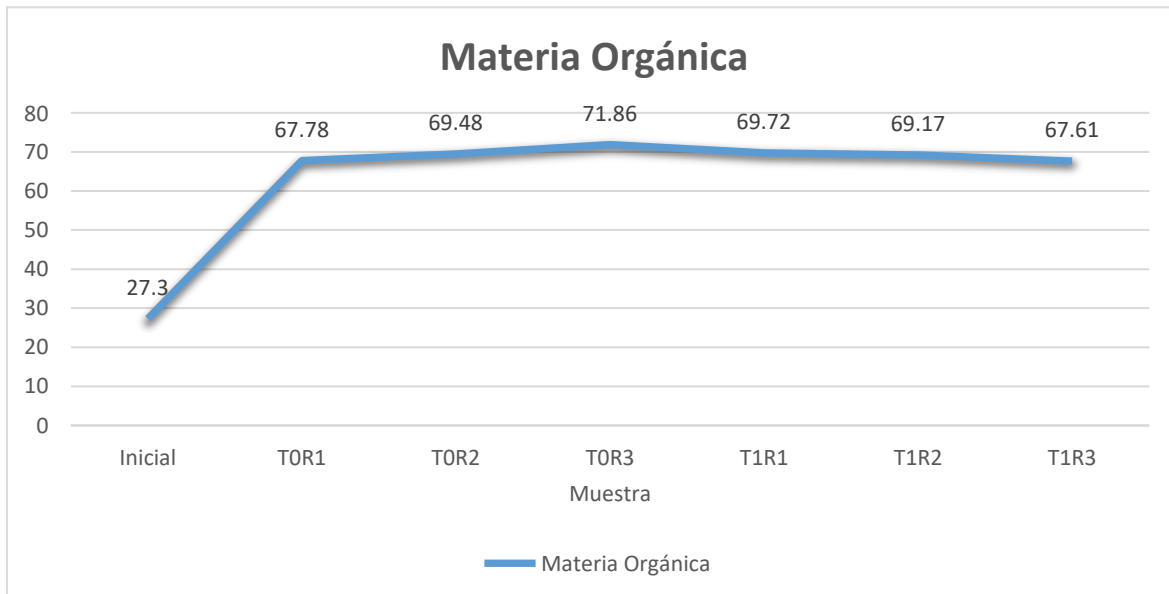


Figura 27. *Materia orgánica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).*

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 28 indica el porcentaje de nitrógeno total obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), obtienen un aumento de dicho parámetro, donde T0R1 obtuvo un valor de 3.39%, T0R2 obtuvo un valor de 3.47% y T0R3 obtuvo un valor de 3.59%. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), se obtiene una reducción en el nitrógeno total, esto es, para T1R1 se obtuvo un valor de 3.49%, para T1R2 se obtuvo un valor de 3.46% y para T1R3 se tuvo un valor de 3.38%. Se concluye que todas muestras poseen una clase A (mayor a 0.8%) con respecto al porcentaje de nitrógeno total. Con la muestra T0R3, se obtiene porcentaje superior al 3.50%, en tanto que las muestras T0R1, T0R2, T1R1, T1R2 y T1R3, brindaron valores entre 3.30 y 3.50%.

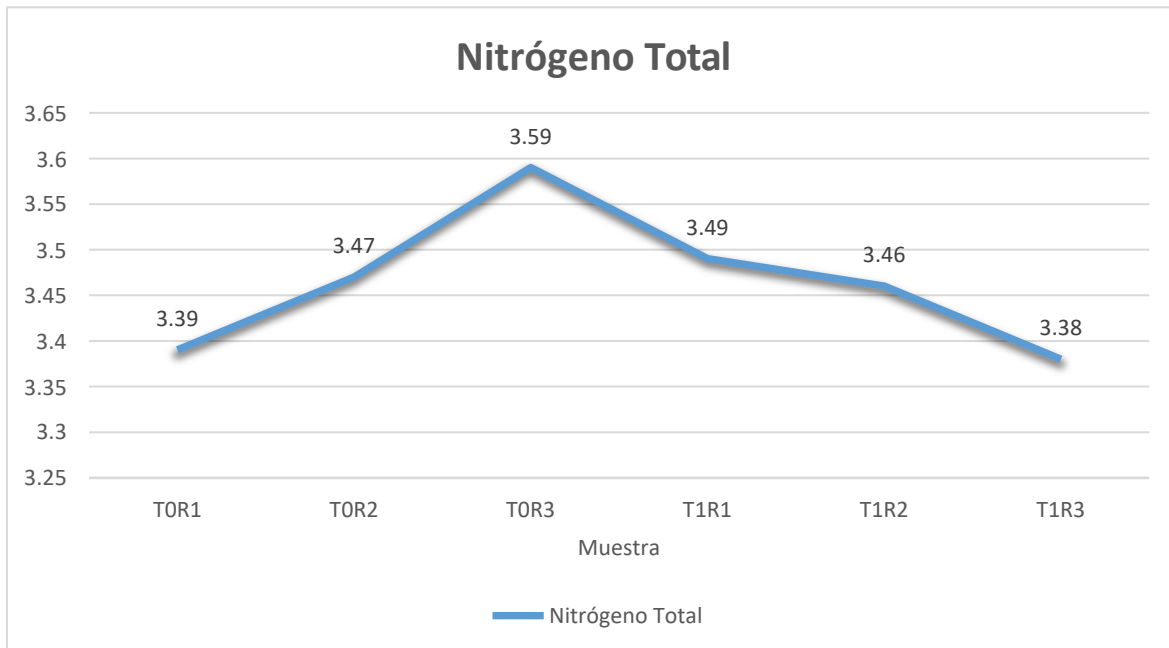


Figura 28. Nitrógeno total obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 29 indica el porcentaje de fósforo P_2O_5 obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 2.44%, T0R2 obtuvo un valor de 2.29% y T0R3 obtuvo un valor de 2.79%. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), para T1R1 se obtuvo un valor de 2.40%, para T1R2 se obtuvo un valor de 2.05% y para T1R3 se tuvo un valor de 2.15%. Se concluye que todas muestras se encuentran en el rango especificado de acuerdo con la NCH288880, que debe ser mayor a 0.1%. Con las muestras T0R1 y T0R3, se obtienen porcentajes superiores al 2.40%, en tanto que las muestras T0R2, T1R1, T1R2 y T1R3, brindaron valores entre 1.90 y 2.40%.

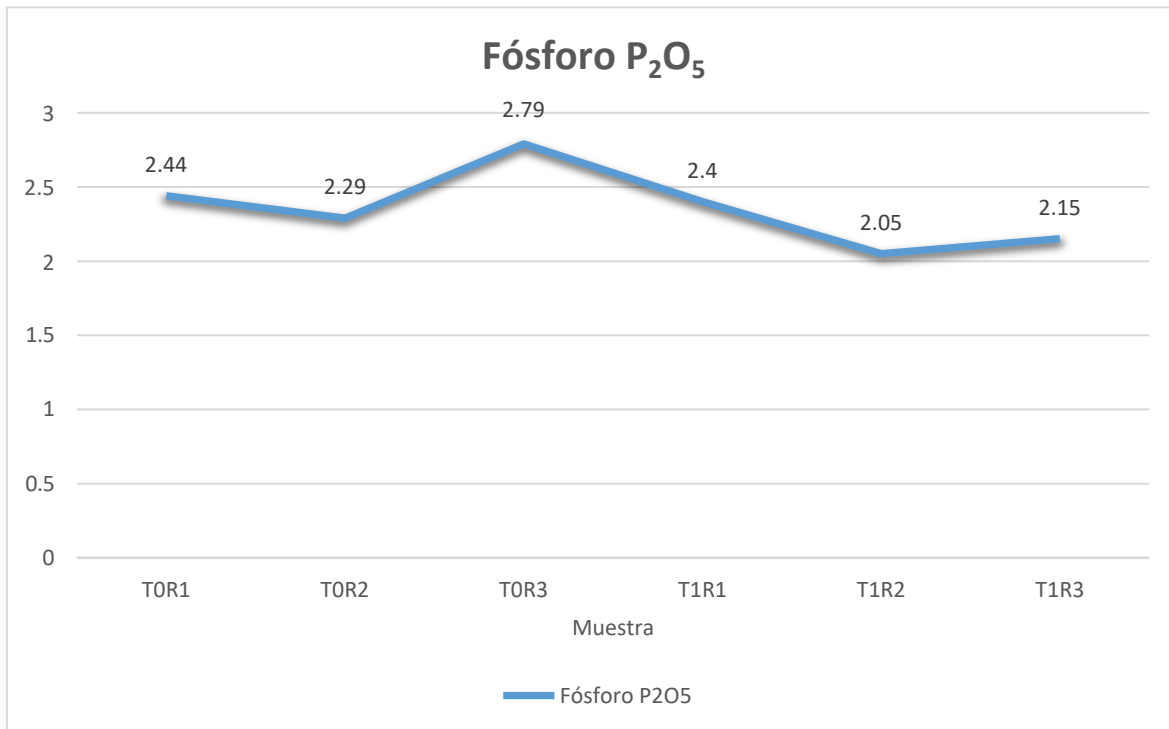


Figura 29. Fósforo P₂O₅ obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 30 indica el porcentaje de potasio K₂O obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (TOR1, TOR2 y TOR3), donde TOR1 obtuvo un valor de 0.15%, TOR2 obtuvo un valor de 0.15% y TOR3 obtuvo un valor de 0.16%. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), se tuvo una reducción, para T1R1 se obtuvo un valor de 0.17%, para T1R2 se obtuvo un valor de 0.15% y para T1R3 se tuvo un valor de 0.14%. Se concluye que todas las muestras poseen un nivel de porcentaje bastante similar, lo que significa que los tratamientos no alteran en gran manera dicho parámetro, sea que se apliquen o no.

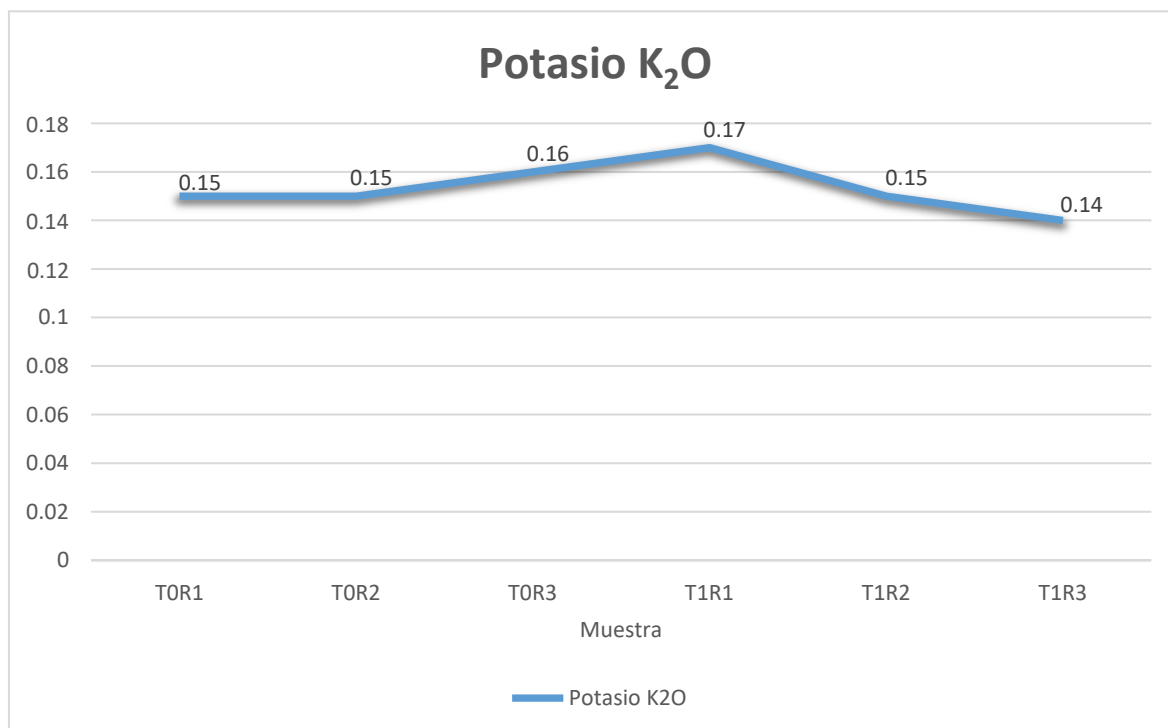


Figura 30. *Potasio K₂O* obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 31 indica el nivel de pH obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 6.00, T0R2 obtuvo un valor de 5.80 y T0R3 obtuvo un valor de 6.20. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), para T1R1 se obtuvo un valor de 6.20, para T1R2 se obtuvo un valor de 6.00 y para T1R3 se tuvo un valor de 6.10. Se concluye que todas muestras poseen un nivel de pH bastante similar, manteniéndose entre un pH ácido y neutro, aunque más cercano a un pH neutro, siendo bastante beneficioso para distintos propósitos. Aunque los tratamientos no alteran en gran manera dicho parámetro, se puede evidenciar que, sin tratamiento y con EM compost se obtiene un valor similar del pH. Se verifica que el pH se incrementa, llegando bastante cerca de un pH neutro.

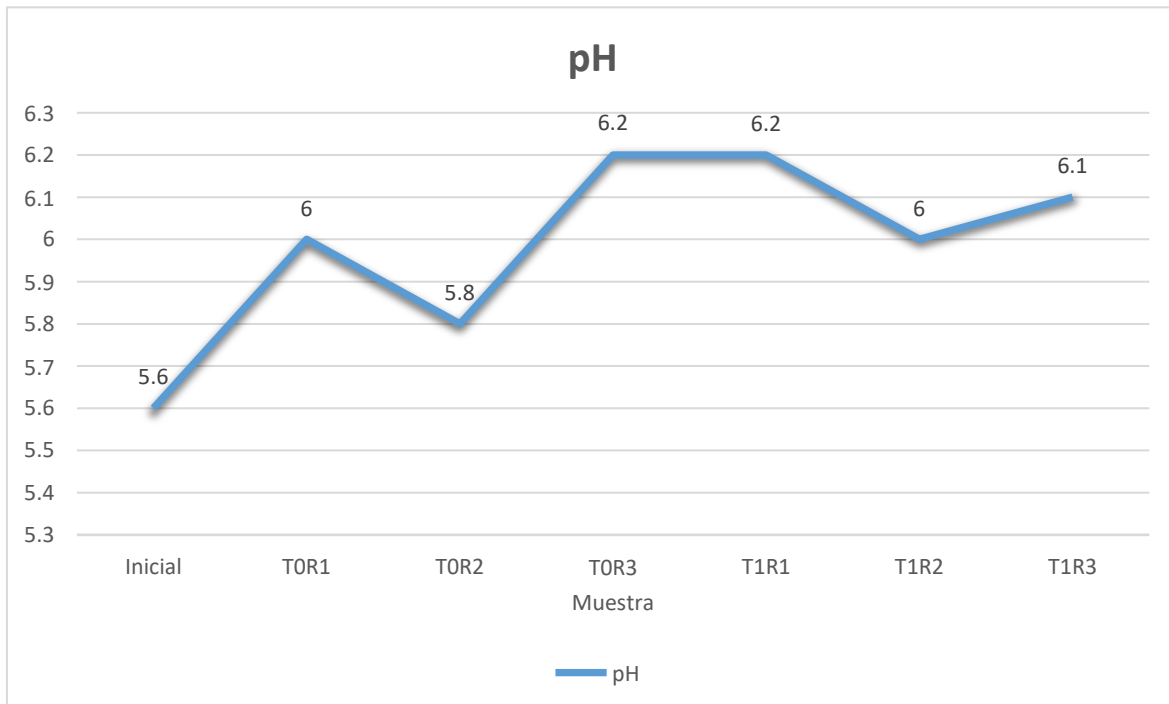


Figura 31. *pH* obtenido de las muestras respectivas (T0 y T1).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 32 indica la conductividad eléctrica obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 491.7 mS/m, T0R2 obtuvo un valor de 545.2 mS/m y T0R3 obtuvo un valor de 505.5 mS/m. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), para T1R1 se obtuvo un valor de 537.8 mS/m, para T1R2 se obtuvo un valor de 504.2 mS/m y para T1R3 se tuvo un valor de 551.2 mS/m. Se evidencia que la conductividad eléctrica es alta sin aplicar tratamiento, con un valor de 545.2 mS/m, pero con EM compost se obtiene el máximo valor de 551.2 mS/m.

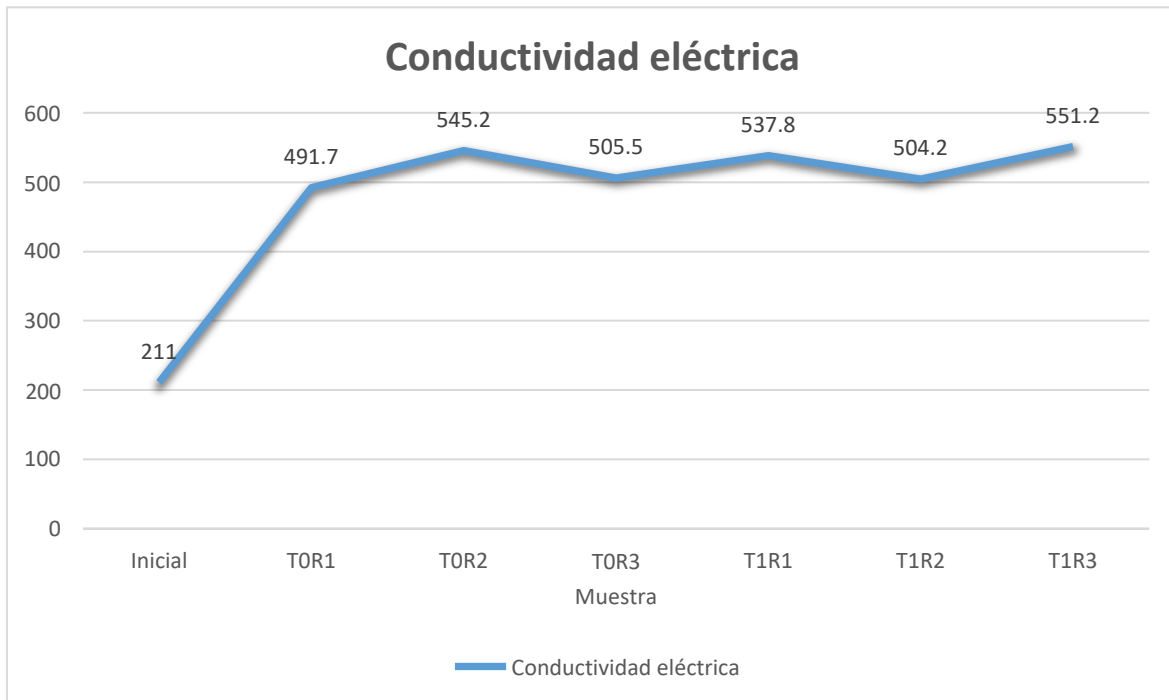


Figura 32. Conductividad eléctrica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 33 indica la temperatura obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 28.4 °C, T0R2 obtuvo un valor de 24.5 °C y T0R3 obtuvo un valor de 24.6 °C. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), para T1R1 se obtuvo un valor de 24.1 °C, para T1R2 se obtuvo un valor de 25.7 °C y para T1R3 se tuvo un valor de 24.6 °C. Se evidencia que la temperatura máxima se obtiene con la muestra sin tratamiento de EM, aunque los valores restantes son bastantes similares y con respecto a la muestra de control inicial, se verificó un incremento de la temperatura.

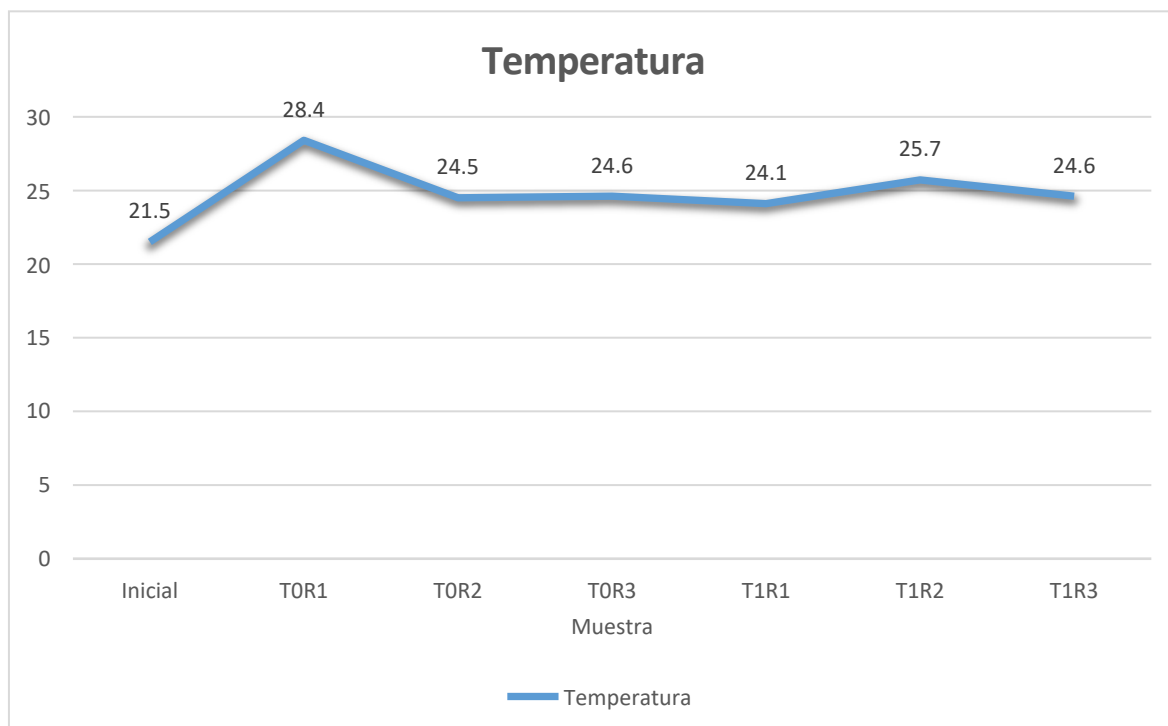


Figura 33. *Temperatura obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).*

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 34 indica la humedad obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor 48.4%, T0R2 obtuvo un valor de 47.5% y T0R3 obtuvo un valor de 48.5%. En cambio, con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM Compost (T1R1, T1R2 y T1R3), para T1R1 se obtuvo un valor de 49.5%, para T1R2 se obtuvo un valor de 47.9% y para T1R3 se tuvo un valor de 48%. Se evidencia que la humedad es máxima cuando se aplica EM compost, con un valor de 49.5% para T1R1 y 48% para T1R3. Seguidamente de la muestra donde no se aplica ningún EM o tratamiento, se obtuvo un valor de 48.5% para T0R3, de 48.4% para T0R1 y de 47.5% para T0R2.

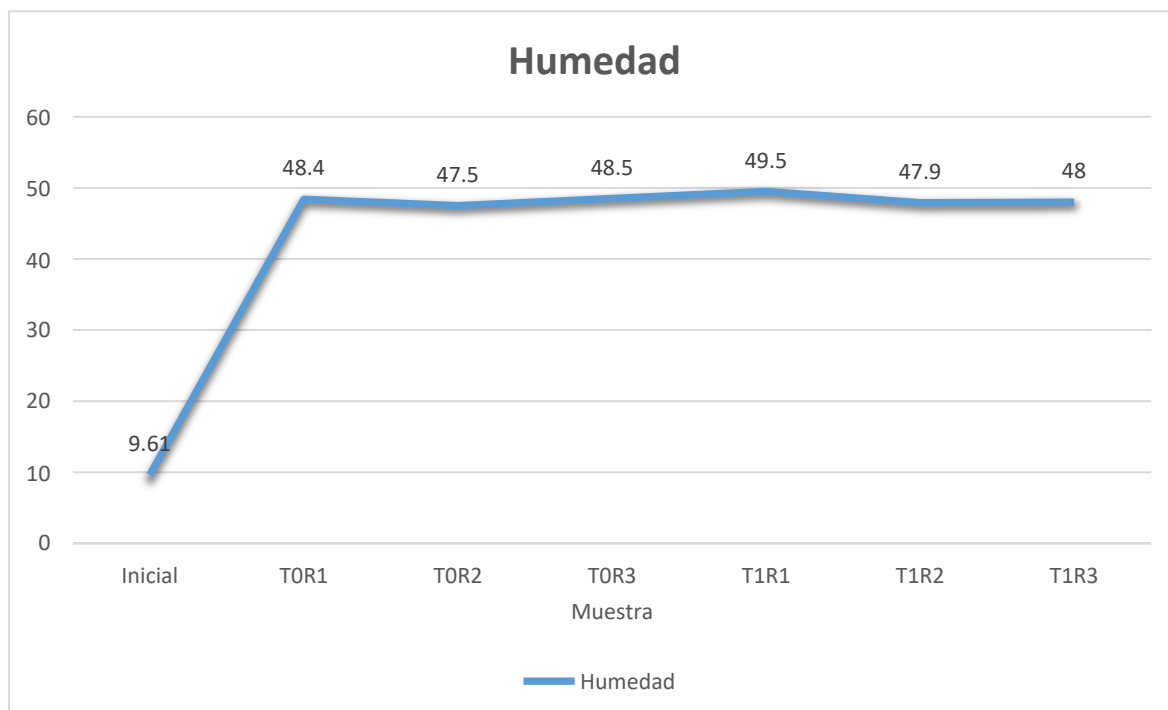


Figura 34. *Humedad obtenida de las muestras respectivas (T0 y T1).*

Fuente: Elaboración propia.

- **Desarrollo del objetivo específico 2**

Se procedió con determinar el efecto de la aplicación del EM agua en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo – Moquegua.

Se calcularon los parámetros fisicoquímicos antes de la aplicación de los EM, considerando una muestra control, que es la T0, conteniendo “12 kg de lodo residual + 2 kg de aserrín sin dosis”, y se procedió de la siguiente manera:

Se pesaron 12 kg de lodo y 2 kg de aserrín (2:1) se colocaron en la caja compostera finalmente se agregó agua hasta una humedad de 50% junto a los microorganismos EM Agua a una dosis del 2%, y se mezclaron.

Datos finales de informe de ensayos de laboratorio

En la

Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos de las distintas muestras con relación a los EM compost empleados, es decir, se emplearon las muestras T0R1, T0R2, T0R3, T2R1, T2R2 y T2R3. Dicha información fue representada en distintos gráficos para posteriormente poder realizar su interpretación correspondiente.

Tabla 7. Datos obtenidos de los ensayos finales.

Parámetro	Unidad	LCM	T0R1	T0R2	T0R3	T2R1	T2R2	T2R3
Materia Orgánica	%	0.01	67.78	69.48	71.86	68.57	69.47	69.68
Nitrógeno Total	%	0.01	3.39	3.47	3.59	3.43	3.47	3.48
Fósforo P ₂ O ₅	%	0.01	2.44	2.29	2.79	1.98	2.43	2.06
Potasio K ₂ O	%	0.01	0.15	0.15	0.16	0.15	0.14	0.15
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18	7	0.2	<0.18	<0.18	<0.18
pH	pH	0.1	6	5.8	6.2	6	6.2	6
Conductividad eléctrica	mS/m	0.1	491.7	545.2	505.5	490.1	428.1	488.3
Temperatura	°C	-	28.4	24.5	24.6	25.1	24.6	25.7
Materia seca	%	-	48.4	47.5	48.5	46	45.3	47.4

Nota: Datos obtenidos de SLAB (Ver Anexo 8). Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, toda la información de los datos iniciales y finales de los ensayos de laboratorio se obtuvo lo siguiente:

Tabla 8. Datos obtenidos de los ensayos finales.

Parámetro	Unidad	LCM	Inicial	T0R1	T0R2	T0R3	T1R1	T1R2	T1R3
Materia Orgánica	%	0.01	27.3	67.78	69.48	71.86	68.57	69.47	69.68
Nitrógeno Total	%	0.01	1.31	3.39	3.47	3.59	3.43	3.47	3.48
Fósforo P ₂ O ₅	%	0.01	0.01	2.44	2.29	2.79	1.98	2.43	2.06
Potasio K ₂ O	%	0.01	0.03	0.15	0.15	0.16	0.15	0.14	0.15
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	0	<0.18	7	0.2	<0.18	<0.18	<0.18
pH	pH	0.1	5.6	6	5.8	6.2	6	6.2	6
Conductividad eléctrica	mS/m	0.1	211	491.7	545.2	505.5	490.1	428.1	488.3
Temperatura	°C	-	21.5	28.4	24.5	24.6	25.1	24.6	25.7
Humedad	%	-	9.61	48.4	47.5	48.5	46	45.3	47.4

Fuente: Elaboración propia.

Con dicha información se procedió a realizar los gráficos respectivos para poder analizarlos y dar respuesta al objetivo planteado.

La Figura 35 indica el porcentaje de materia orgánica obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), obtienen un aumento de dicho parámetro, donde T0R1 obtuvo un valor de 67.78%, T0R2 obtuvo un valor de 69.48% y T0R3 obtuvo

un valor de 71.86%. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo un incremento de dicho parámetro, para T2R1 se tuvo un valor de 68.57%, para T2R2 se tuvo un valor de 69.47% y para T2R3 se tuvo un valor de 69.68%. Se concluye que todas las muestras poseen una clase A (mayor a 45%) con respecto al porcentaje de materia orgánica. Con la muestra T0R3 se obtiene porcentaje superior al 70%, en tanto que las muestras T0R1, T0R2, T2R1, T2R2 y T2R3, brindaron valores entre 65 y 70%. Se obtiene un incremento del porcentaje de la materia orgánica sin tratamiento y con la aplicación de EM agua, aunque sin tratamiento el porcentaje es ligeramente mayor que con EM agua.

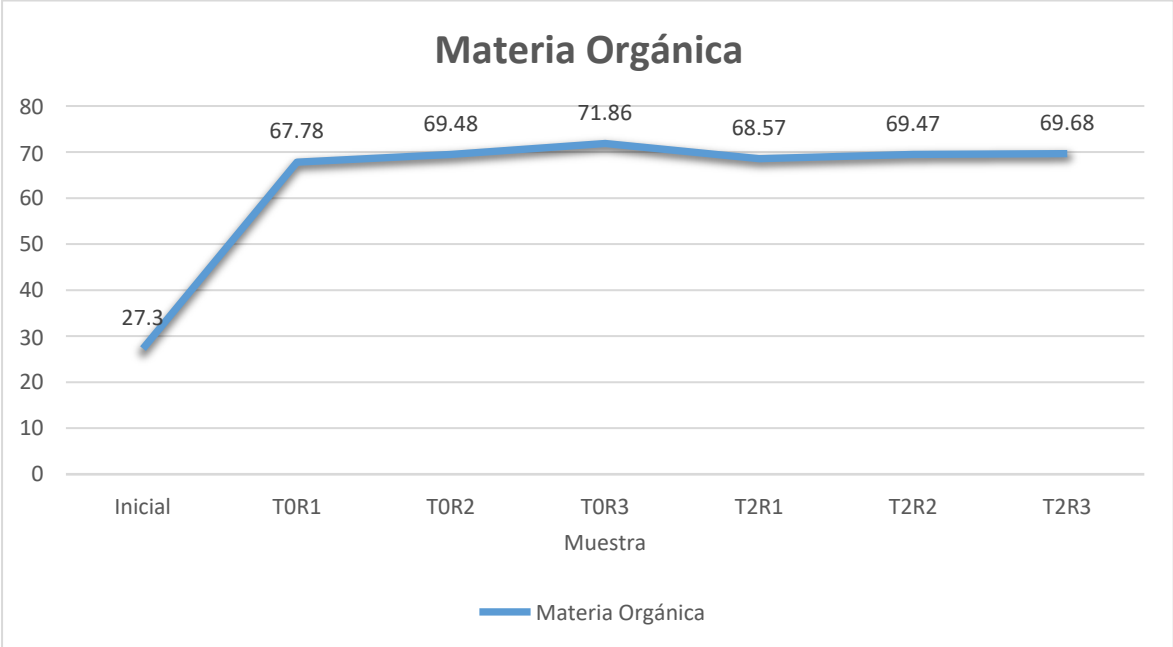


Figura 35. *Materia orgánica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).*

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 36 indica el porcentaje de nitrógeno total obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), obtienen un aumento de dicho parámetro, donde T0R1 obtuvo un valor de 3.39%, T0R2 obtuvo un valor de 3.47% y T0R3 obtuvo un valor de 3.59%. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo un incremento de dicho parámetro, para T2R1 se tuvo un valor de 3.43%, para T2R2 se tuvo un valor de 3.47% y para T2R3 se tuvo un valor de 3.48%. Se concluye que todas las muestras poseen una clase A (mayor a 0.8%) con respecto al porcentaje de nitrógeno total. Con la muestra T0R3

se obtiene porcentaje superior al 3.50%, en tanto que las muestras T0R1, T0R2, T2R1, T2R2 y T2R3, brindaron valores entre 3.30 y 3.50%.

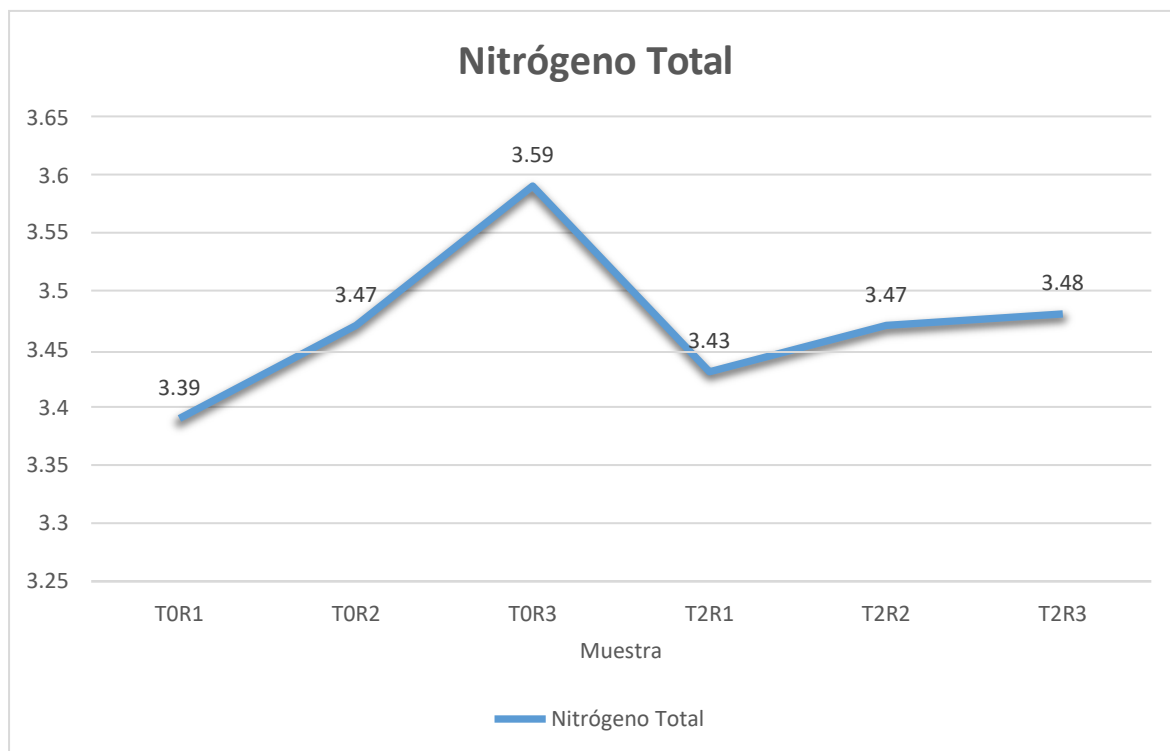


Figura 36. Nitrógeno total obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 37 indica el porcentaje de fósforo P_2O_5 obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 2.44%, T0R2 obtuvo un valor de 2.29% y T0R3 obtuvo un valor de 2.79%. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo para T2R1 un valor de 1.98%, para T2R2 se tuvo un valor de 2.43% y para T2R3 se tuvo un valor de 2.06%. Se concluye que todas muestras se encuentran en el rango especificado de acuerdo con la NCH288880, que debe ser mayor a 0.1%. Con las muestras T0R1, T0R3, T2R2, se obtienen porcentajes superiores al 2.40%, en tanto que las muestras T0R2, T2R1 y T2R3, brindaron valores entre 1.90 y 2.40%.

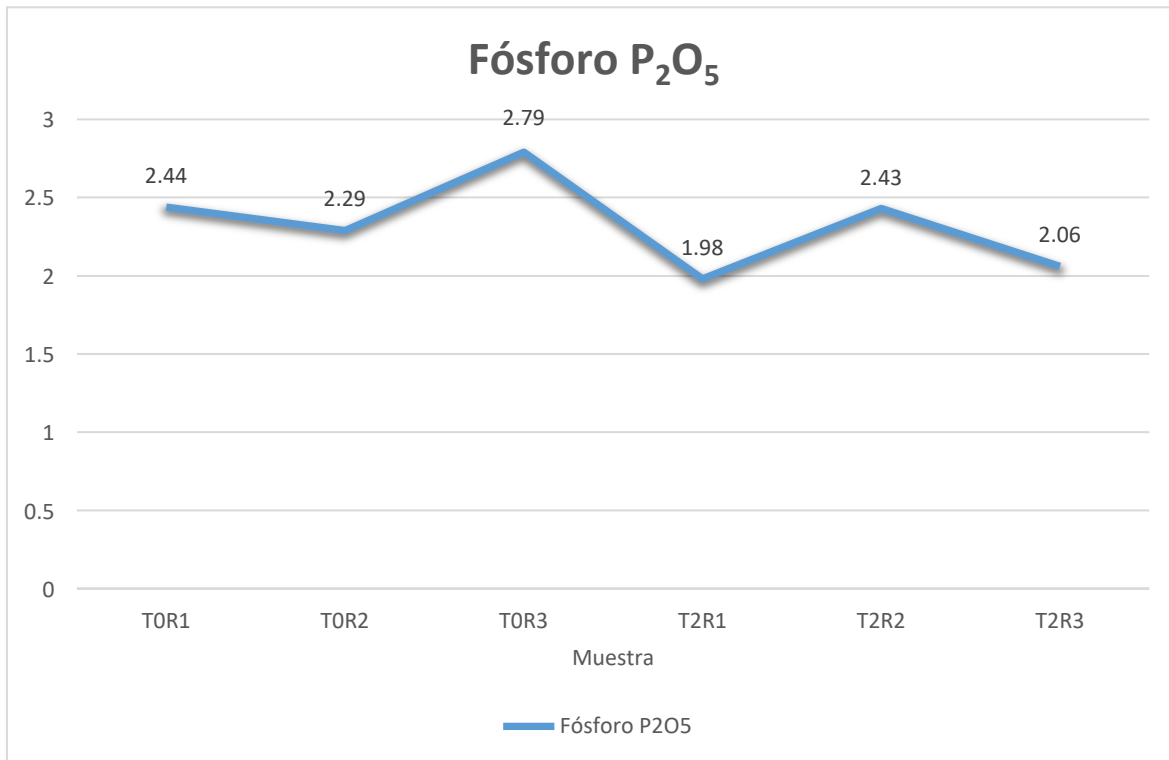


Figura 37. Fósforo P₂O₅ obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 38 indica el porcentaje de potasio K₂O obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (TOR1, TOR2 y TOR3), donde TOR1 obtuvo un valor de 0.15%, TOR2 obtuvo un valor de 0.15% y TOR3 obtuvo un valor de 0.16%. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo para T2R1 un valor de 0.15%, para T2R2 se tuvo un valor de 0.14% y para T2R3 se tuvo un valor de 0.15%. Se concluye que todas muestras poseen un nivel de porcentaje bastante similar, lo que significa que los tratamientos no alteran en gran manera dicho parámetro, sea que se no se apliquen o no.

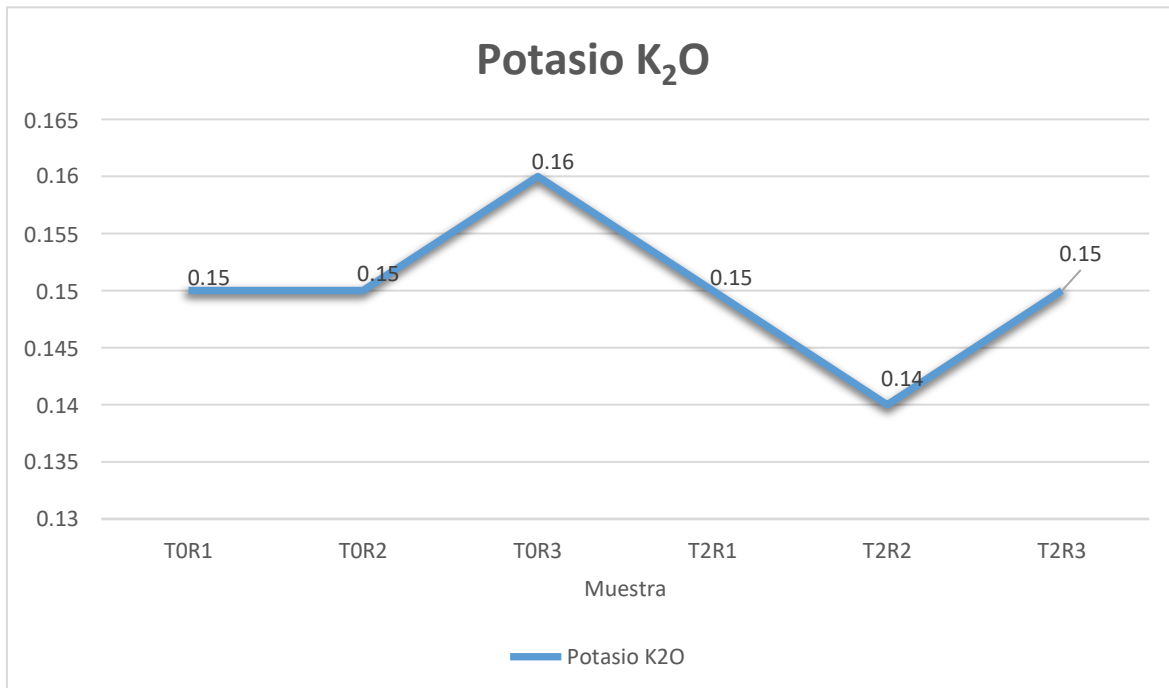


Figura 38. Potasio K₂O obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 39 indica el nivel de pH obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 6.00, T0R2 obtuvo un valor de 5.80 y T0R3 obtuvo un valor de 6.20. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo para T2R1 un valor de 6.00, para T2R2 se tuvo un valor de 6.20 y para T2R3 se tuvo un valor de 6.00. Se concluye que todas muestras poseen un nivel de pH bastante similar, manteniéndose entre un pH ácido y neutro, aunque más cercano a un pH neutro, siendo bastante beneficioso para distintos propósitos. Aunque los tratamientos no alteran en gran manera dicho parámetro, se puede evidenciar que, sin tratamiento y con EM agua se obtiene un valor similar del pH. Se verifica que el pH se incrementa, llegando bastante cerca de un pH neutro.

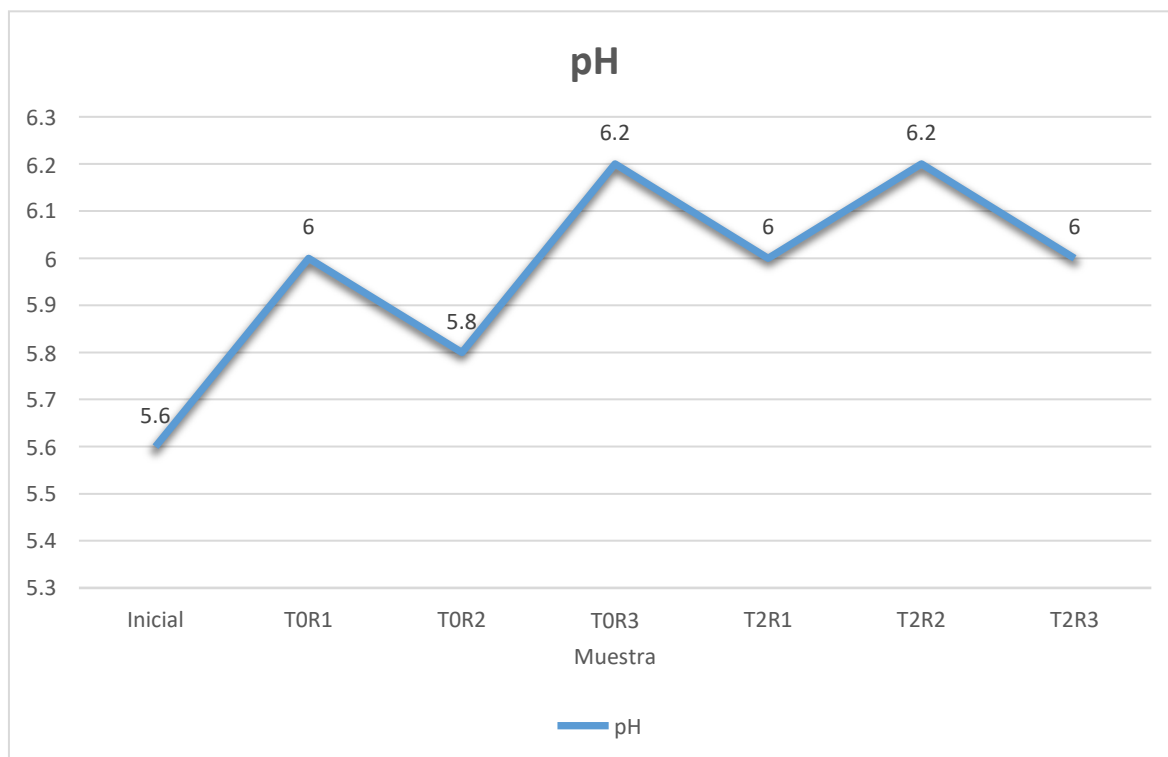


Figura 39. *pH* obtenido de las muestras respectivas (T0 y T2).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 40 indica la conductividad eléctrica obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 491.7 mS/m, T0R2 obtuvo un valor de 545.2 mS/m y T0R3 obtuvo un valor de 505.5 mS/m. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo para T2R1 un valor de 490.1 mS/m, para T2R2 se tuvo un valor de 428.1 mS/m y para T2R3 se tuvo un valor de 488.3 mS/m. Se evidencia que la conductividad eléctrica es alta sin aplicar tratamiento, con un valor de 545.2 mS/m, pero con EM agua se obtiene un máximo de valor que fue de 488.3 mS/m. Se puede mencionar que con y sin tratamiento, se mejora conductividad eléctrica, pero sin tratamiento el valor es más elevado.

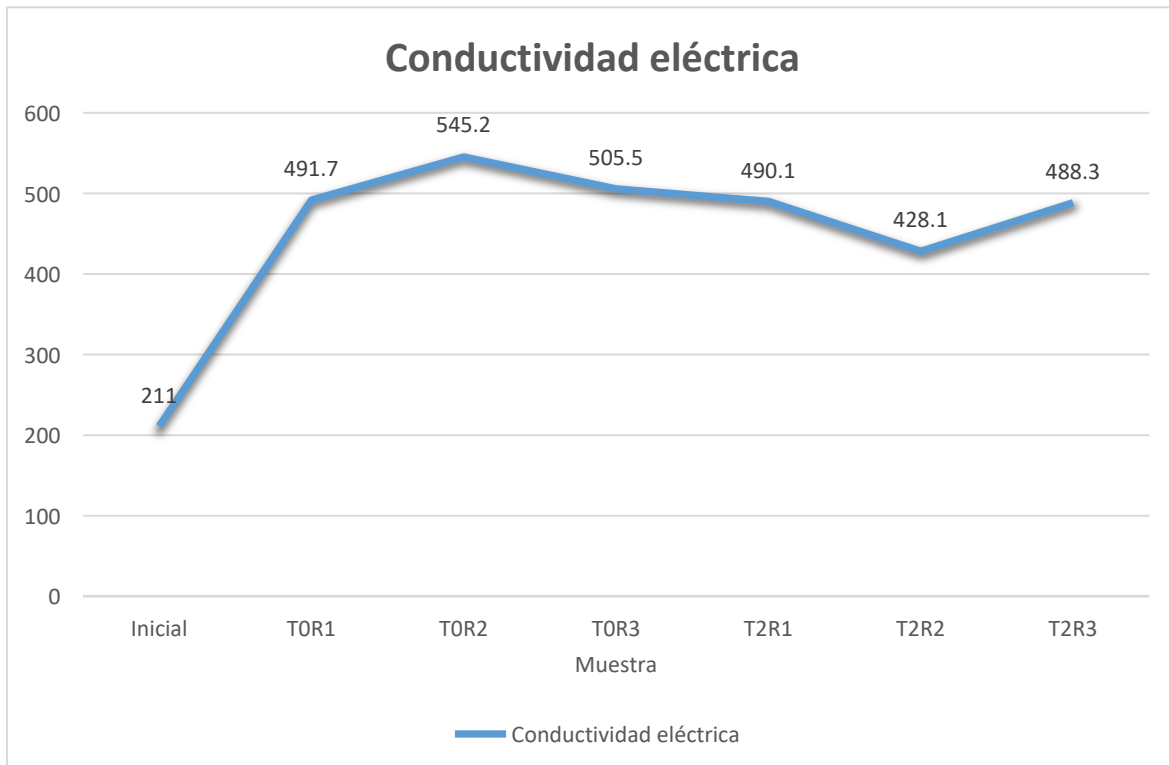


Figura 40. Conductividad eléctrica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 41 indica la temperatura obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 28.4 °C, T0R2 obtuvo un valor de 24.5 °C y T0R3 obtuvo un valor de 24.6 °C. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo para T2R1 un valor de 25.1 °C, para T2R2 se tuvo un valor de 24.6 °C y para T2R3 se tuvo un valor de 25.7 °C. Se evidencia que la temperatura máxima se obtiene con la muestra sin tratamiento de EM, aunque los valores restantes son bastantes similares y con respecto a la muestra de control inicial, se verificó un incremento de la temperatura.

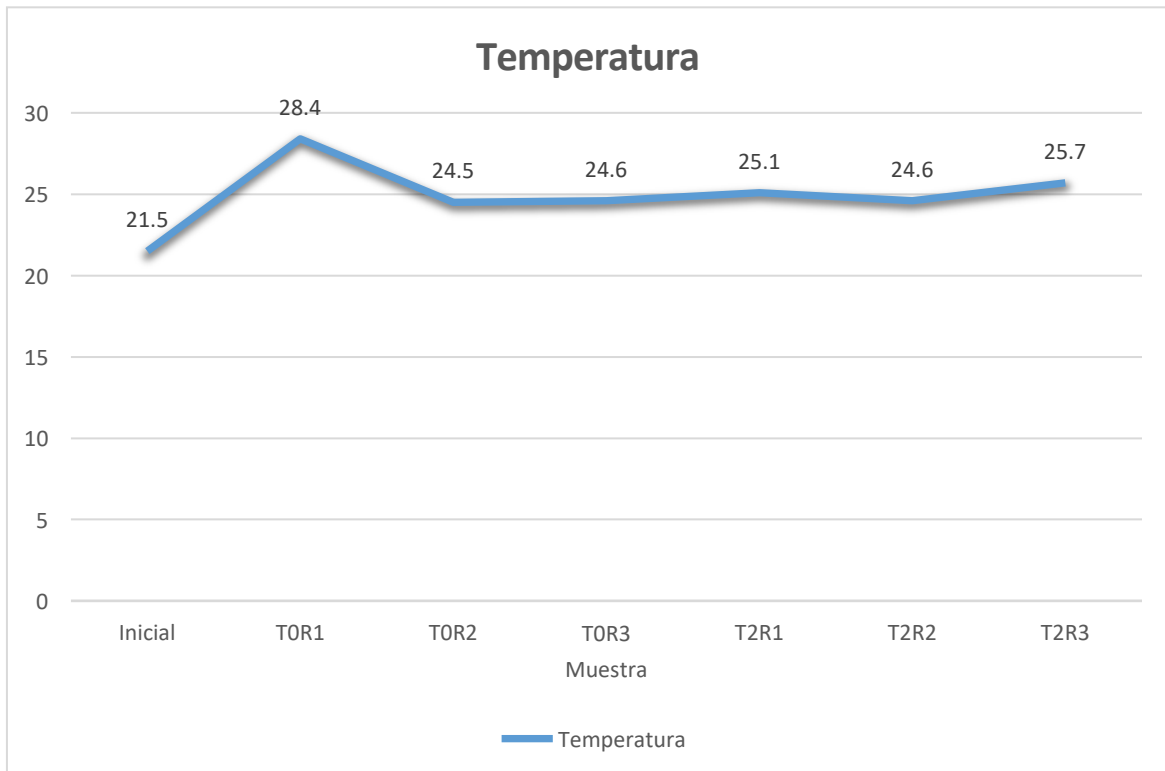


Figura 41. *Temperatura obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).*

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 42 indica la humedad obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor 48.4%, T0R2 obtuvo un valor de 47.5% y T0R3 obtuvo un valor de 48.5%. En contraste con las muestras de Lodo Residual + Aserrín + EM agua (T2R1, T2R2 y T2R3), se obtuvo para T2R1 un valor de 46%, para T2R2 se tuvo un valor de 45.3% y para T2R3 se tuvo un valor de 47.4%. Se evidencia que la humedad es máxima cuando no se aplican EM, con un valor de 48.5% para T0R3, 48.4% para T0R1 y de 47.5% para T0R2, luego siguió cuando se aplica EM agua con un valor de 47.4% para T2R3.

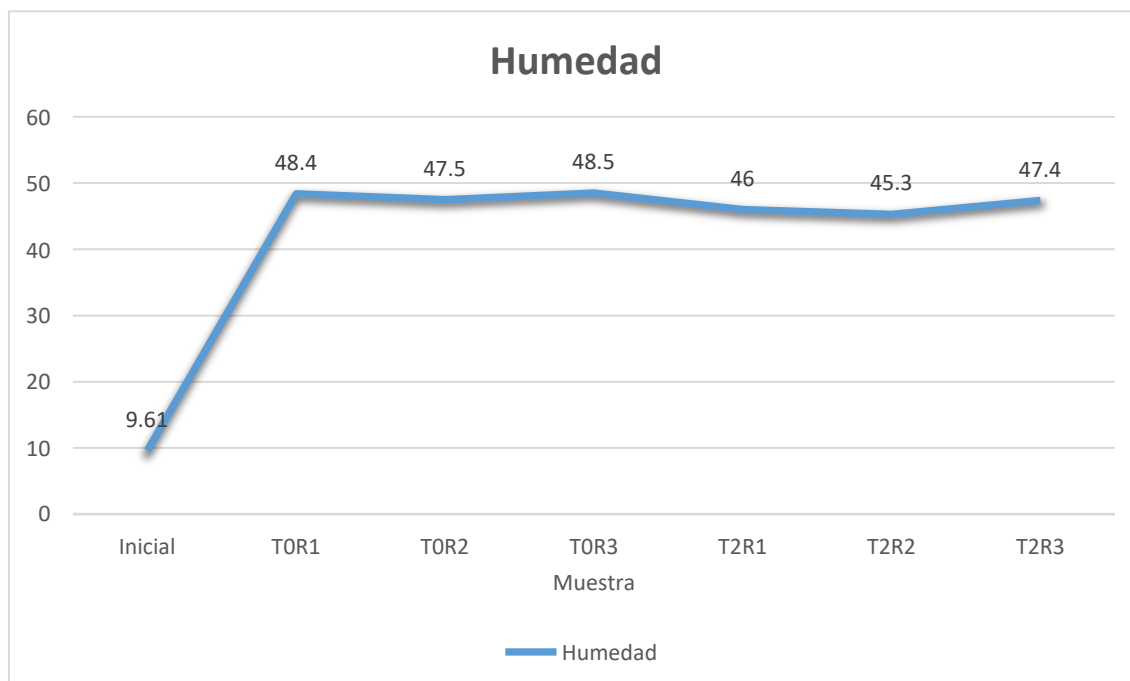


Figura 42. *Humedad obtenida de las muestras respectivas (T0 y T2).*

Fuente: Elaboración propia.

- **Desarrollo del objetivo específico 3**

Se procedió con determinar el efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo – Moquegua.

Se calcularon los parámetros fisicoquímicos antes de la aplicación de los EM, considerando una muestra control, que es la T0, conteniendo “12 kg de lodo residual + 2 kg de aserrín sin dosis”, y se procedió de la siguiente manera:

Se pesaron 12 kg de lodo y 2 kg de aserrín (2:1) se colocaron en la caja compostera finalmente se agregó agua hasta una humedad de 50% junto a los microorganismos MENDE a una dosis del 2%, y se mezclaron.

Datos finales de informe de ensayos de laboratorio

En la Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos de las distintas muestras con relación a los EM compost empleados, es decir, se emplearon las muestras TOR1, TOR2, TOR3, T3R1, T3R2 y T3R3. Dicha información fue representada en distintos gráficos para posteriormente poder realizar su interpretación correspondiente.

Tabla 9. Datos obtenidos de los ensayos finales.

Parámetro	Unidad	LCM	T0R1	T0R2	T0R3	T3R1	T3R2	T3R3
Materia Orgánica	%	0.01	67.78	69.48	71.86	70.58	68.75	71.29
Nitrógeno Total	%	0.01	3.39	3.47	3.59	3.53	3.44	3.56
Fósforo P ₂ O ₅	%	0.01	2.44	2.29	2.79	1.96	1.97	2.16
Potasio K ₂ O	%	0.01	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.16
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18	7	0.2	<0.18	0.2	<0.18
pH	pH	0.1	6	5.8	6.2	6	5.9	5.9
Conductividad eléctrica	mS/m	0.1	491.7	545.2	505.5	516.7	488.4	511
Temperatura	°C	-	28.4	24.5	24.6	27.5	26.5	26
Materia seca	%	-	48.4	47.5	48.5	45.4	42.5	45.5

Nota: Datos obtenidos de SLAB (Ver Anexo 8). Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, toda la información de los datos iniciales y finales de los ensayos de laboratorio se obtuvo lo siguiente:

Tabla 10. Datos obtenidos de los ensayos finales.

Parámetro	Unidad	LCM	Inicial	T0R1	T0R2	T0R3	T3R1	T3R2	T3R3
Materia Orgánica	%	0.01	27.3	67.78	69.48	71.86	70.58	68.75	71.29
Nitrógeno Total	%	0.01	1.31	3.39	3.47	3.59	3.53	3.44	3.56
Fósforo P ₂ O ₅	%	0.01	0.01	2.44	2.29	2.79	1.96	1.97	2.16
Potasio K ₂ O	%	0.01	0.03	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.16
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	0	<0.18	7	0.2	<0.18	0.2	<0.18
pH	pH	0.1	5.6	6	5.8	6.2	6	5.9	5.9
Conductividad eléctrica	mS/m	0.1	211	491.7	545.2	505.5	516.7	488.4	511
Temperatura	°C	-	21.5	28.4	24.5	24.6	27.5	26.5	26
Humedad	%	-	9.61	48.4	47.5	48.5	45.4	42.5	45.5

Fuente: Elaboración propia.

Con dicha información se procedió a realizar los gráficos respectivos para poder analizarlos y dar respuesta al objetivo planteado.

Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 70.58%, luego se redujo a 68.75% y posteriormente se obtuvo un incremento de 71.29%. Se concluye que todas las muestras poseen una clase A (mayor a 45%) con respecto al porcentaje de materia orgánica. Con las muestras

T0R3, T3R1 y T3R3, se obtienen porcentajes superiores al 70%, en tanto que las muestras T0R1, T0R2 y T3R2, brindaron valores entre 65 y 70%.

indica el porcentaje de materia orgánica obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), obtienen un aumento de dicho parámetro, donde T0R1 obtuvo un valor de 67.78%, T0R2 obtuvo un valor de 69.48% y T0R3 obtuvo un valor de 71.86%. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 70.58%, luego se redujo a 68.75% y posteriormente se obtuvo un incremento de 71.29%. Se concluye que todas las muestras poseen una clase A (mayor a 45%) con respecto al porcentaje de materia orgánica. Con las muestras T0R3, T3R1 y T3R3, se obtienen porcentajes superiores al 70%, en tanto que las muestras T0R1, T0R2 y T3R2, brindaron valores entre 65 y 70%.

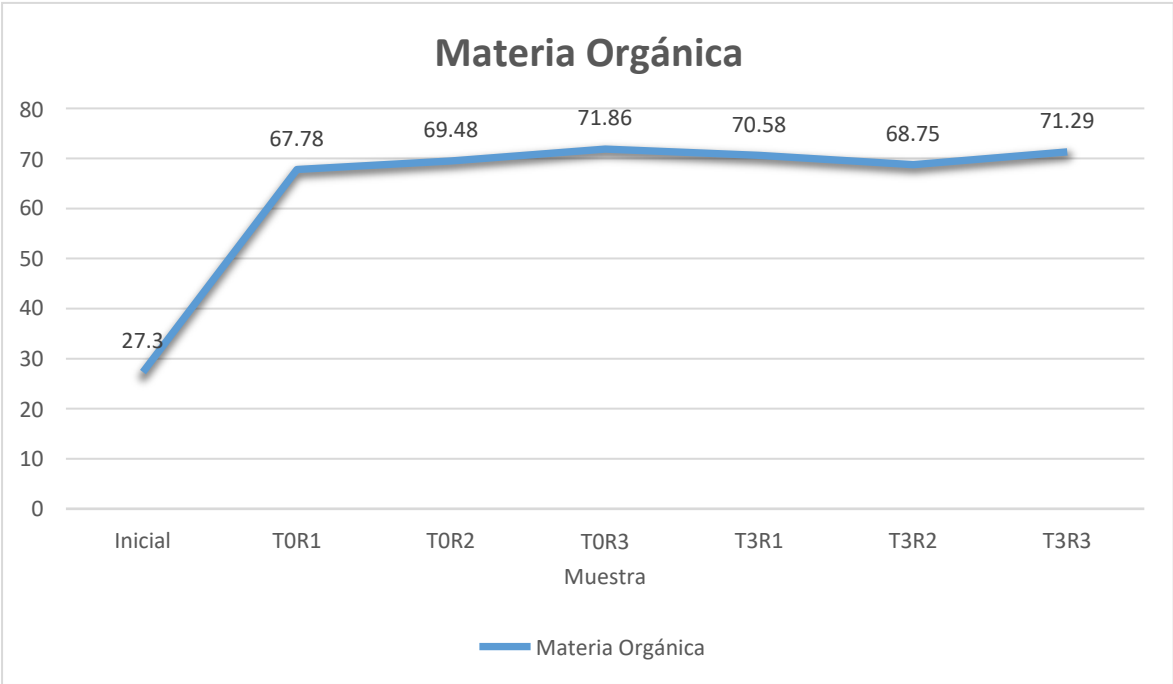


Figura 43. Materia orgánica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T3).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 44 indica el porcentaje de nitrógeno total obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), obtienen un aumento de dicho parámetro, donde T0R1 obtuvo un valor de 3.39%, T0R2 obtuvo un valor de 3.47% y T0R3 obtuvo un valor de 3.59%. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1,

T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 3.53%, luego se redujo a 3.44% y posteriormente se obtuvo un incremento de 3.56%. Se concluye que todas muestras poseen una clase A (mayor a 0.8%) con respecto al porcentaje de nitrógeno total. Con las muestras T0R3, T3R1 y T3R3, se obtienen porcentajes superiores al 3.50%, en tanto que las muestras T0R1, T0R2 y T3R2, brindaron valores entre 3.30 y 3.50%.

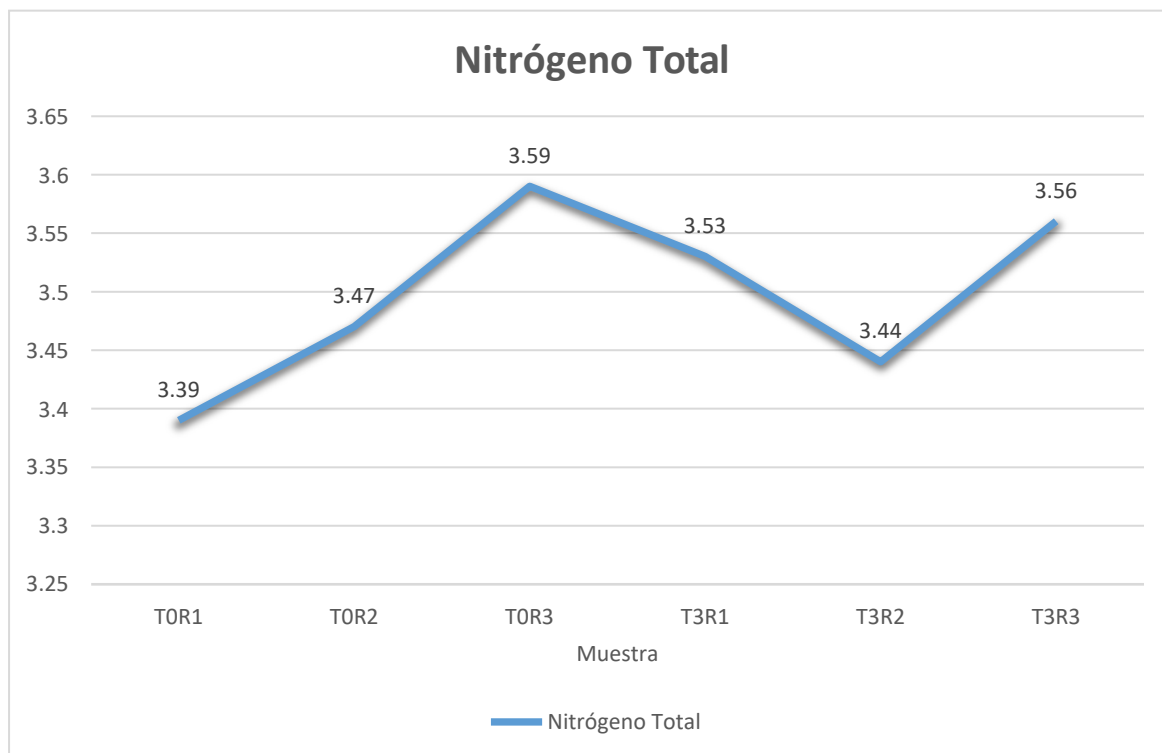


Figura 44. *Nitrógeno total obtenido de las muestras respectivas (T0 y T3).*

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 45 indica el porcentaje de fósforo P_2O_5 obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 2.44%, T0R2 obtuvo un valor de 2.29% y T0R3 obtuvo un valor de 2.79%. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 1.96%, luego se incrementó a 1.97% y posteriormente se obtuvo un incremento de 2.16%. Se concluye que todas muestras se encuentran en el rango especificado de acuerdo con la NCH288880, que debe ser mayor a 0.1%. Con las muestras T0R1 y T0R3 se obtienen porcentajes superiores al 2.40%, en tanto que las muestras T0R2, T3R1, T3R2 y T3R3, brindaron valores entre 1.90 y 2.40%.

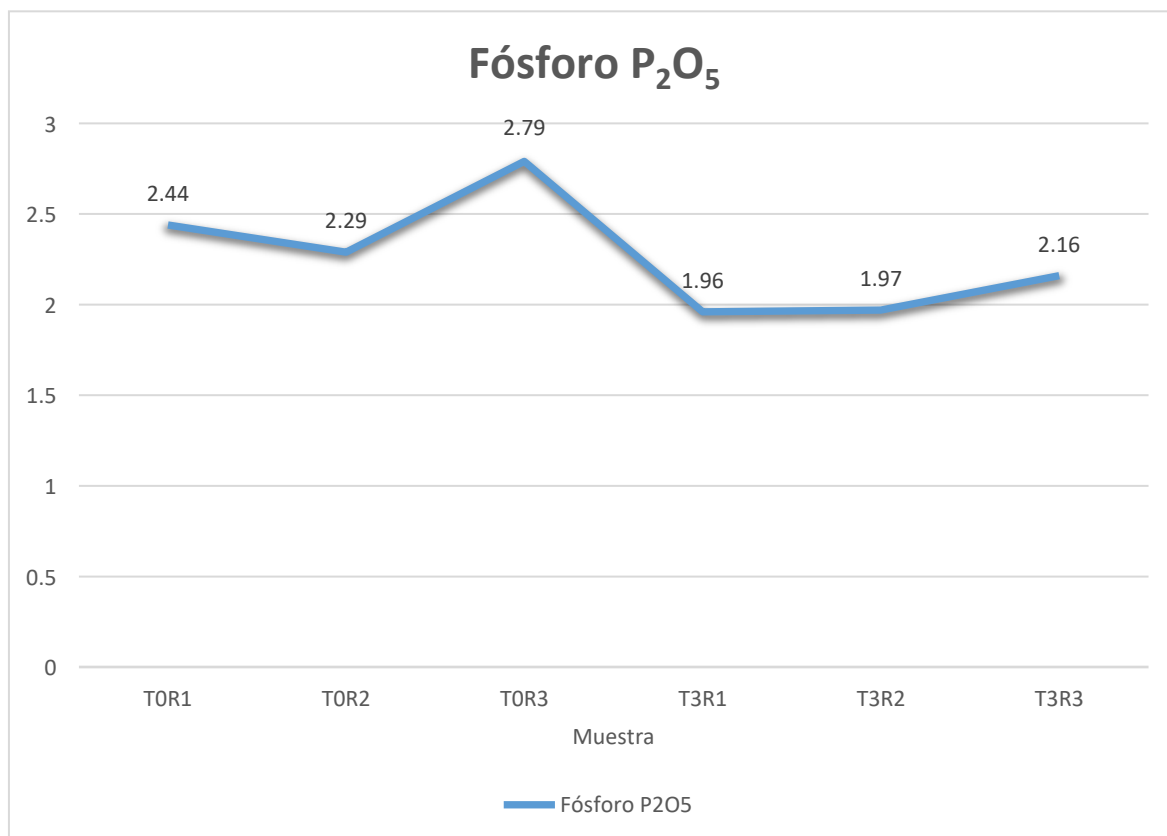


Figura 45. Fósforo P₂O₅ obtenido de las muestras respectivas (T0 y T3).

Fuente: Elaboración propia.

Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 0.15%, luego se mantuvo en 0.15% y posteriormente se obtuvo un incremento a 0.16%. Se concluye que todas las muestras poseen un nivel de porcentaje bastante similar, lo que significa que los tratamientos no alteran en gran manera dicho parámetro, sea que se no se apliquen EM o MENDE.

La Figura 46 indica el porcentaje de potasio K₂O obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 0.15%, T0R2 obtuvo un valor de 0.15% y T0R3 obtuvo un valor de 0.16%. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 0.15%, luego se mantuvo en 0.15% y posteriormente se obtuvo un incremento a 0.16%. Se concluye que todas las muestras poseen un nivel de porcentaje bastante similar, lo que significa que los tratamientos no alteran en gran manera dicho parámetro, sea que se no se apliquen EM o MENDE.

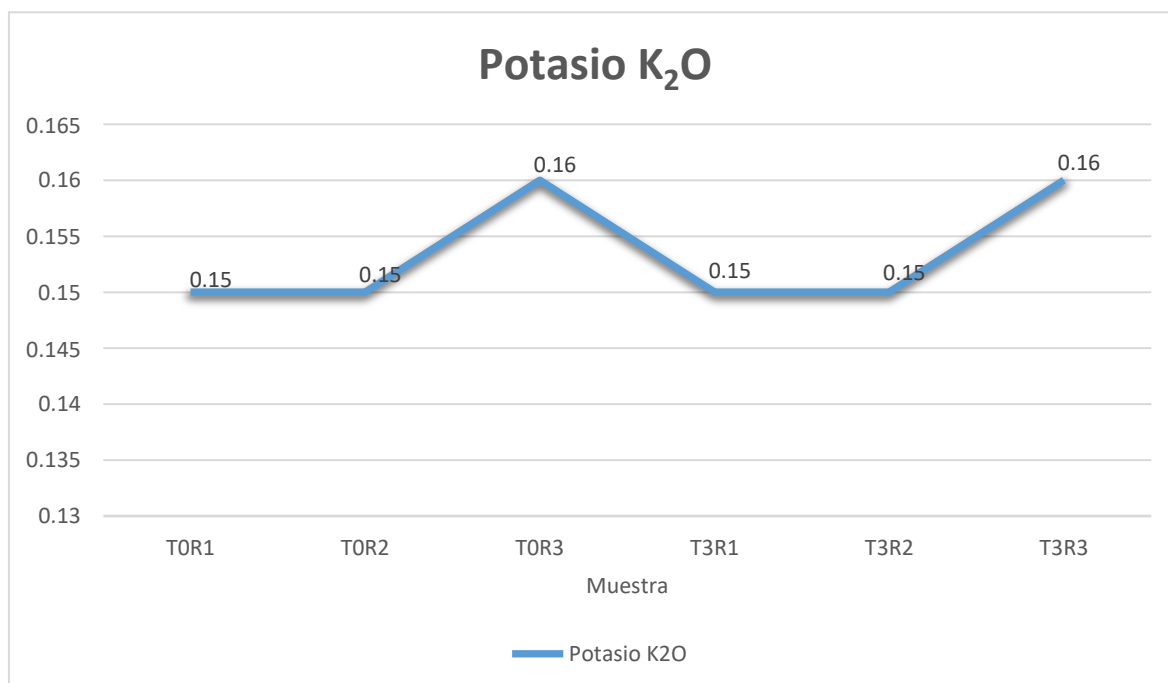


Figura 46. Potasio K₂O obtenido de las muestras respectivas (T0 y T3).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 47 indica el nivel de pH obtenido en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 6.00, T0R2 obtuvo un valor de 5.80 y T0R3 obtuvo un valor de 6.20. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 6.00, luego se redujo a 5.90 y posteriormente se mantuvo en 5.90. Se concluye que todas muestras poseen un nivel de pH bastante similar, manteniéndose entre un pH ácido y neutro, aunque más cercano a un pH neutro, siendo bastante beneficioso para distintos propósitos. Aunque los tratamientos no alteran en gran manera dicho parámetro, se puede evidenciar que, sin tratamiento los valores de pH son mayores y con MENDE se obtiene un menor valor del pH.

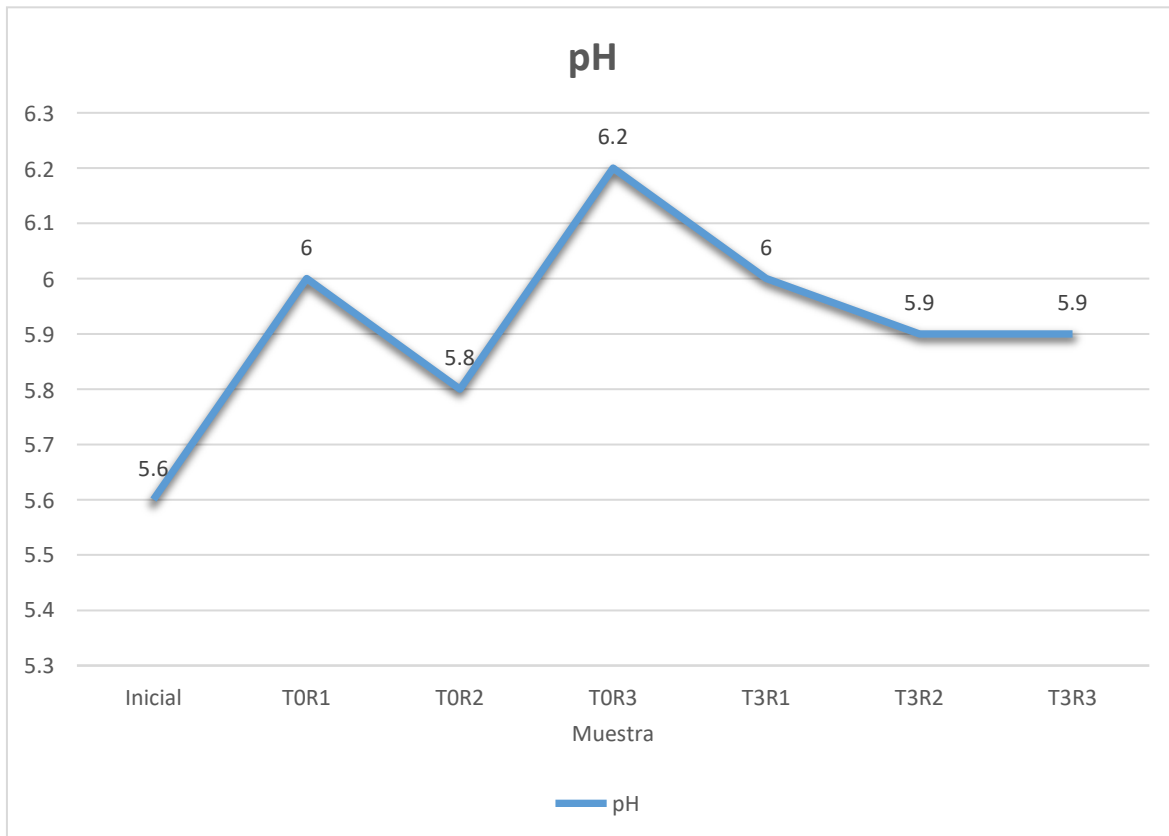


Figura 47. pH obtenido de las muestras respectivas (T0 y T3).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 48 indica la conductividad eléctrica obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor de 491.7 mS/m, T0R2 obtuvo un valor de 545.2 mS/m y T0R3 obtuvo un valor de 505.5 mS/m. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 516.7 mS/m, luego se redujo a 488.4 mS/m y posteriormente se incrementó a 511 mS/m. Se evidencia que la conductividad eléctrica es alta sin aplicar tratamiento, con un valor de 545.2 mS/m, pero con MENDE se obtiene el máximo valor de 516.7 mS/m. Dichos datos son significativos y se evidencia un aumento con respecto a la muestra inicial, aunque al aplicar MENDE no afecta demasiado a la conductividad eléctrica, pero sin tratamiento se obtuvo una conductividad eléctrica mayor.

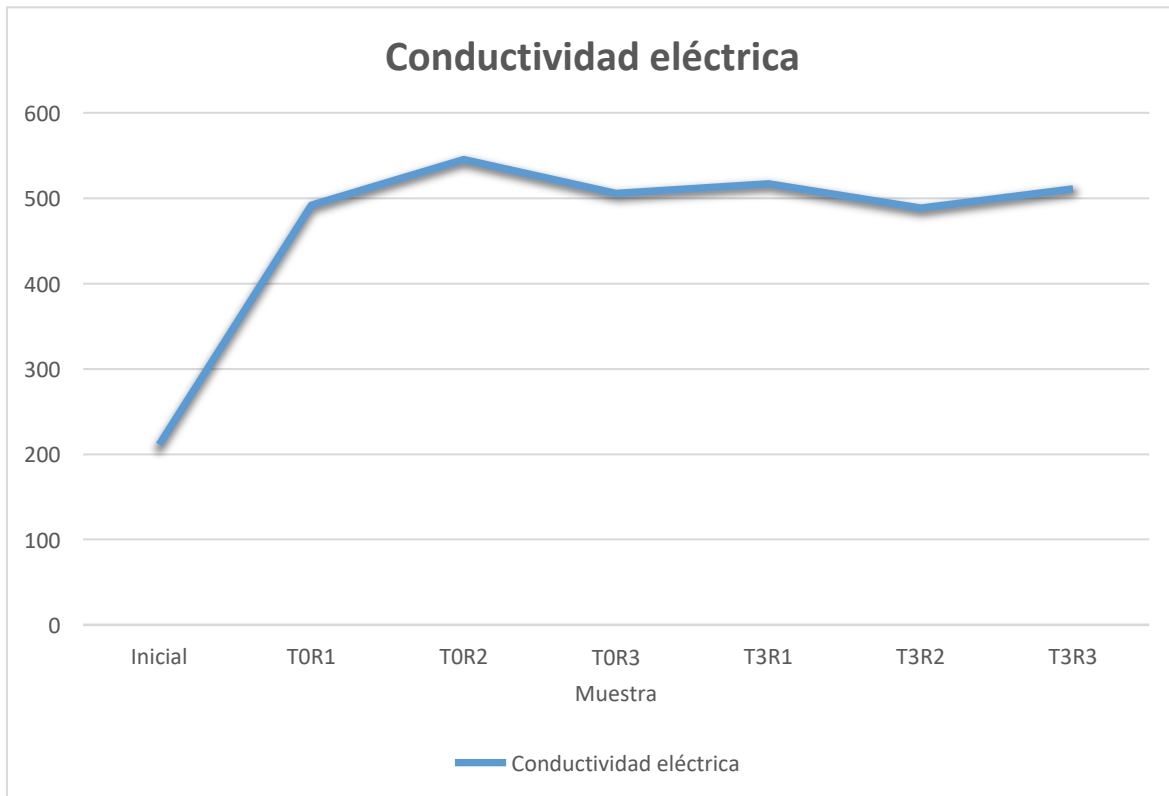


Figura 48. Conductividad eléctrica obtenida de las muestras respectivas (T0 y T3).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 49 indica la temperatura obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (TOR1, TOR2 y TOR3), donde TOR1 obtuvo un valor de 28.4 °C, TOR2 obtuvo un valor de 24.5 °C y TOR3 obtuvo un valor de 24.6 °C. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 27.5 °C, luego se redujo a 26.5 °C y posteriormente se redujo a 26 °C. Se evidencia que la temperatura máxima se obtiene con la muestra sin tratamiento de EM, y si se aplica MENDE se obtiene un valor de 27.5 °C, lo cual demuestra que, si obtiene un incremento en la temperatura, con o sin tratamiento de EM, pero que se logra un máximo valor sin tratamiento.

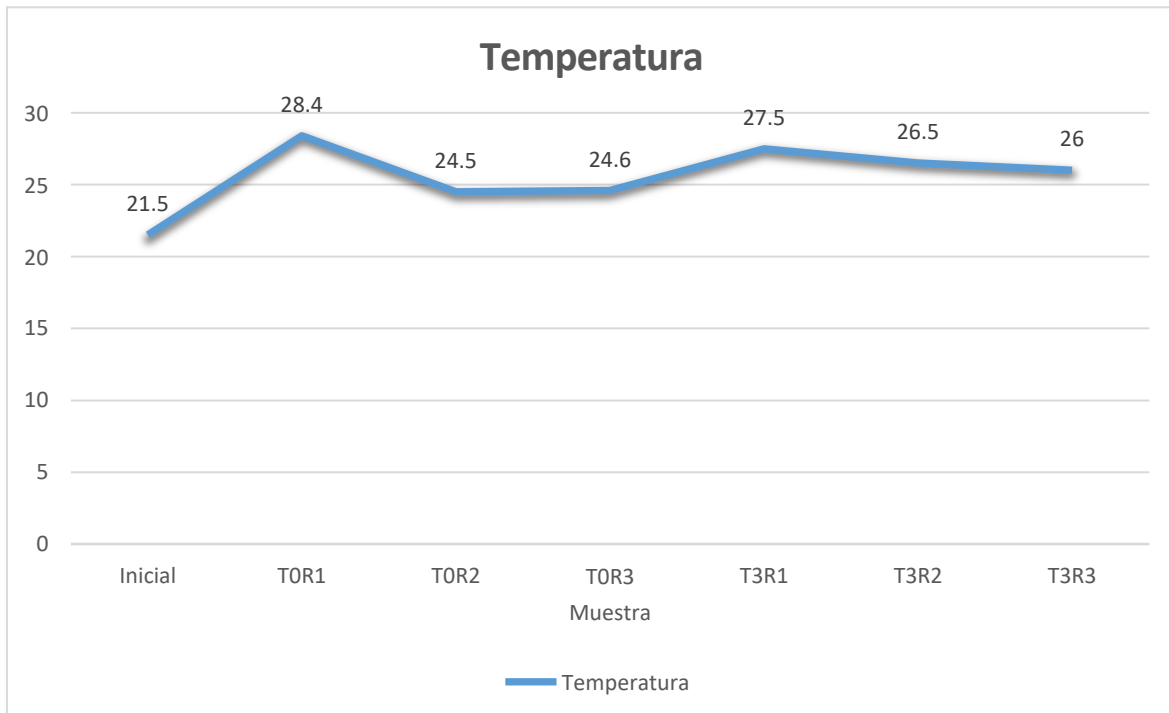


Figura 49. Temperatura obtenida de las muestras respectivas (T0 y T3).

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 50 indica la humedad obtenida en cada una de las muestras de estudio. Se puede decir que las muestras que poseen Lodo Residual + Aserrín (T0R1, T0R2 y T0R3), donde T0R1 obtuvo un valor 48.4%, T0R2 obtuvo un valor de 47.5% y T0R3 obtuvo un valor de 48.5%. Para las muestras de Lodo Residual + Aserrín + MENDE (T3R1, T3R2 y T3R3), se obtuvo un valor de 45.4%, luego se redujo a 42.5% y posteriormente se incrementó a 45.5%. Se evidencia que la humedad es máxima cuando no se aplica ningún EM o tratamiento, se obtuvo un valor de 48.5% para T0R3, de 48.4% para T0R1 y de 47.5% para T0R2, y los valores de humedad fueron menores al aplicar MENDE.

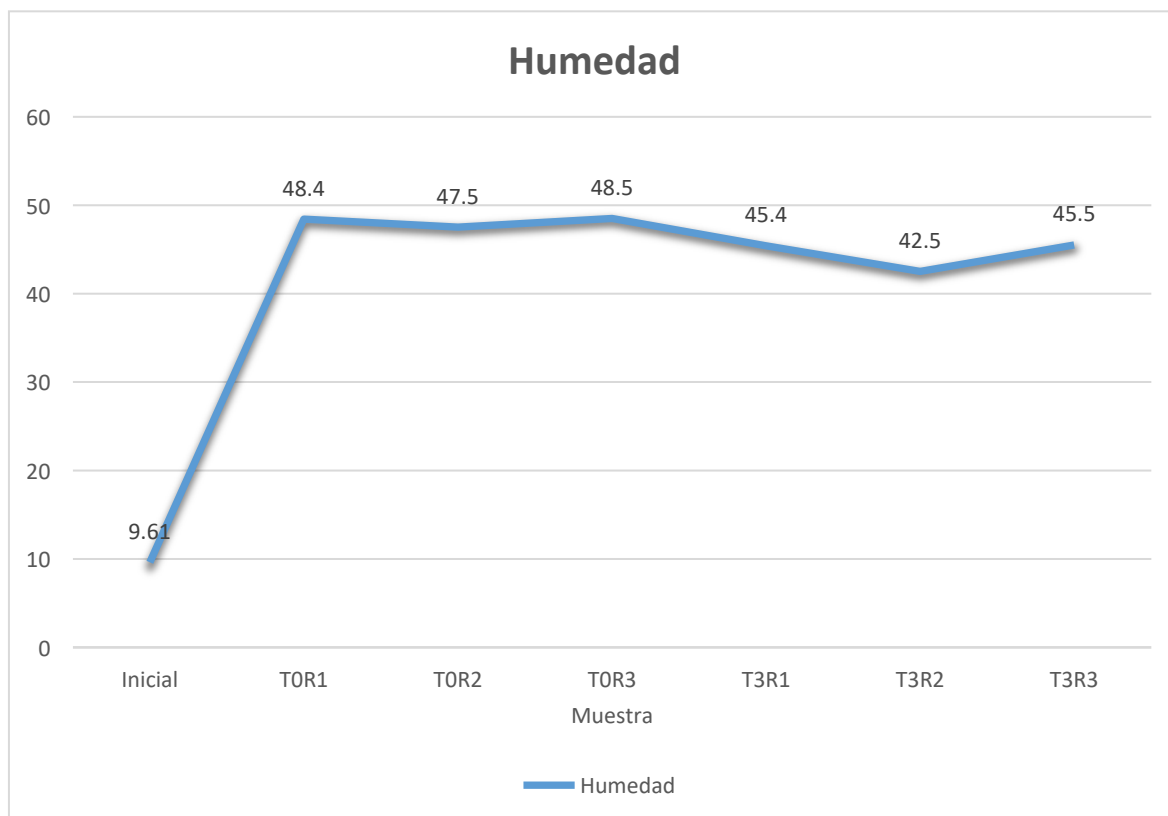


Figura 50. *Humedad obtenida de las muestras respectivas (T0 y T3).*

Fuente: Elaboración propia.

- **Desarrollo del objetivo general**

Evaluar la influencia de microorganismos eficientes en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo – Moquegua.

La Tabla 9 muestra la información de los parámetros iniciales y finales de los tratamientos respectivos en el compost del lodo residual de la PTAR Omo, ubicada en Moquegua. De donde se obtuvo lo siguiente:

- El nivel de pH se incrementa, de 5.6 iniciales hasta alcanzar un valor máximo de 6.2 con los tratamientos TOR3, T1R1, T2R2.
- La conductividad eléctrica logra un incremento considerable, donde inicialmente se tuvo un valor de 211 mS/m, y logrando valores muy por encima de dicho valor, obteniendo un valor máximo de 551.2 mS/m con el tratamiento T1R3, seguidamente de un valor de 545.2 mS/m con el tratamiento TOR2 y de 537.8 mS/m para el tratamiento T1R1. Adicionalmente, se obtuvo un valor mínimo de 428.1 aunque superior a 211 mS/m, obtenido con el tratamiento T2R2.

- Con respecto al fósforo, se obtuvo un incremento con y sin tratamiento, donde el máximo valor obtenido fue de 2.79 mg/g para el tratamiento T0R3, seguido de un valor de 2.44 mg/g para T0R1, luego de 2.40 mg/g para T1R1.
- Considerando a los coliformes fecales o termotolerantes (NMP), con las muestras T0R2 y T1R2 se obtuvieron los valores más altos, con 7 y 35 NMP/g respectivamente, y con las muestras T0R3, T1R3 y T3R2 se obtienen valores por encima de 0.18 NMP/g, lo cual no es beneficioso para el compost. Esto puede deberse a una contaminación indebida de las muestras, siendo contaminada por parásitos o agentes distintos a los requeridos. Luego, las muestras T0R1, T1R1, T2R1, T2R2, T2R3, T3R1 y T3R3 arrojaron valores por debajo de 0.18 NMP/g, lo cual indica que dichas muestras son adecuadas para obtener compost del lodo residual. Esto es, con los EM agua es totalmente seguro conseguir dicho valor de coliformes fecales o termotolerantes.
- Con relación al potasio, se redujeron casi a la mitad del valor inicial para todos los tratamientos empleados y también para cuando no se aplicó ningún tratamiento.
- El nitrógeno se redujo en gran medida, reduciéndose de 13.12 mg/g, a un valor máximo de 3.59 mg/g para T0R3 y un valor mínimo de 3.38 mg/g para T1R3.
- Ahora, respecto a la humedad, con todas las muestras se obtuvo un valor por encima de la inicial, donde la muestra T1R1 arrojó el mayor valor de humedad con 49.5%, con la muestra T0R3 y T0R1 se obtuvo una humedad de 48.5% y 48.4%, respectivamente. Esto significa que sin tratamiento se obtiene uno de los mayores valores y con EM compost se obtiene el máximo valor de humedad.
- La temperatura tuvo un incremento, de un valor inicial de 21.5 °C, hasta alcanzar un valor máximo de 28.4 °C con el tratamiento T0R1, y un valor mínimo de 24.1 °C para T1R1.

Entonces, se puede decir que para ciertos parámetros se tuvo un aumento dependiendo del tratamiento, y para otros parámetros se tuvo una disminución que también tuvo dependencia del tratamiento aplicado.

Tabla 11. Resumen de datos obtenidos de los ensayos inicial y final para análisis comparativo.

Ensayo	Unidad	LC	Inicial	Sin tratamiento			EM compost			EM agua			MENDE		
				T0R1	T0R2	T0R3	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3
pH	pH	0.1	5.6	6	5.8	6.2	6.2	6	6.1	6	6.2	6	6	5.9	5.9
Conductividad Eléctrica	mS/m	1	211	491.7	545.2	505.5	537.8	504.2	551.2	490.1	428.1	488.3	516.7	488.4	511
Materia Orgánica	%	0.5	27.3	67.78	69.48	71.86	69.72	69.17	67.61	68.57	69.47	69.68	70.58	68.75	71.29
Fósforo Disponible	mg/g	0.8	0.1003	2.44	2.29	2.79	2.4	2.05	2.15	1.98	2.43	2.06	1.96	1.97	2.16
Potasio Disponible	mg/g	4	0.3193	0.15	0.15	0.16	0.17	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16
Coliformes fecales o termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18	<0.18	7	0.2	<0.18	35	0.78	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	0.2	<0.18
Carbonatos de calcio equivalente	%	0.5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodio cambiabile	Cmol/kg	0.1	1.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potasio cambiabile	Cmol/kg	0.1	0.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calcio cambiabile	Cmol/kg	0.2	64.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnesio cambiabile	Cmol/kg	0.1	2.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acidez Intercambiabile	Cmol/kg	0.1	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluminio Intercambiabile	Cmol/kg	0.1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/g	0.1	13.12	3.39	3.47	3.59	3.49	3.46	3.38	3.43	3.47	3.48	3.53	3.44	3.56
Textura				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	54.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limo	%	-	33.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arcilla	%	-	12.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clase Textual	--	-	Franco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad	%	-	9.61	48.4	47.5	48.5	49.5	47.9	48	46	45.3	47.4	45.4	42.5	45.5
Temperatura	°C	-	21.5	28.4	24.5	24.6	24.1	25.7	24.6	25.1	24.6	25.7	27.5	26.5	26

Fuente: Elaboración propia.

Datos de monitoreo

En primer lugar, se determinó si los datos obtenidos tienen tendencia normal o no normal, para lo cual se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov mediante el uso del software IBM SPSS Statistics.

Los datos empleados para los análisis siguientes se encuentran en el Anexo 6, donde se puede apreciar la información recopilada sobre la temperatura y pH de las muestras para los distintos tratamientos empleados.

A continuación, se anexan los resultados obtenidos de utilizar el software IBM SPSS Statistics.

Tabla 12. Resumen de procesamiento de casos.

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Temperatura	108	98,2%	2	1,8%	110	100,0%
pH	108	98,2%	2	1,8%	110	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Resumen de pruebas de normalidad de datos de monitoreo.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	,335	108	,000	,799	108	,000
pH	,241	108	,000	,664	108	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 11 se pudo determinar que los datos poseen tendencia normal, ya que tanto la prueba de Shapiro-Wilk como Kolmogorov-Smirnov arrojaron un nivel de significancia de $p < 0.05$, lo cual demuestra dicha afirmación. Entonces, de acuerdo a ello, se puede emplear la prueba de ANOVA para poder responder a los objetivos planteados. Al aplicar dicha prueba, se obtuvieron los siguientes datos.

Prueba de ANOVA

De acuerdo con los datos obtenidos de la prueba de ANOVA, se puede mencionar que se obtuvo una temperatura media de 21.1852 °C para el tratamiento T0, una temperatura media de 21.4074 °C para el tratamiento T1, una temperatura media de 21.4074 °C para el tratamiento T2 y una temperatura media de 21.2963 °C para

el tratamiento T3. Esto significa que los EM compost, EM agua y MENDE mejoran dicho parámetro, pero no de manera significativa.

Respecto al pH, se obtuvo un valor de 6.1196 para el tratamiento T0, un valor de 6.1407 para el tratamiento T1, un valor de 6.1578 para el tratamiento T2 y un valor de 6.1644 para el tratamiento T3. Nuevamente, esto significa una mejora, pero no tan significativa al emplear EM compost, EM agua y MENDE.

Tabla 14. Resumen de datos descriptivos de la prueba de ANOVA (de monitoreo).

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Temperatura	T0	27	21,1852	1,33119	,25619	20,6586	21,7118	18,00	23,00
	T1	27	21,4074	1,33760	,25742	20,8783	21,9365	18,00	23,00
	T2	27	21,4074	1,21716	,23424	20,9259	21,8889	19,00	23,00
	T3	27	21,2963	1,43620	,27640	20,7282	21,8644	18,00	23,00
	Total	108	21,3241	1,31724	,12675	21,0728	21,5753	18,00	23,00
pH	T0	27	6,1196	,63487	,12218	5,8685	6,3708	4,41	6,59
	T1	27	6,1407	,62410	,12011	5,8939	6,3876	4,37	6,62
	T2	27	6,1578	,58069	,11175	5,9281	6,3875	4,39	6,75
	T3	27	6,1644	,62146	,11960	5,9186	6,4103	4,32	6,76
	Total	108	6,1456	,60718	,05843	6,0298	6,2615	4,32	6,76

Fuente: Elaboración propia.

Datos finales de laboratorio

Se emplearon los datos de las 12 muestras enviadas a laboratorio, con lo cual se procedió a determinar si dichos datos eran normales o no, para poder aplicar una prueba paramétrica o no paramétrica.

Tabla 15. Resumen de pruebas de normalidad para datos finales.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MateriaOrganica	,154	12	,200*	,967	12	,883
NitrógenoTotal	,151	12	,200*	,964	12	,837
Potasio	,329	12	,001	,843	12	,030
Fósforo	,182	12	,200*	,893	12	,127
pH	,244	12	,048	,899	12	,153
ConductividadEléctrica	,224	12	,099	,911	12	,217
Temperatura	,194	12	,200*	,895	12	,136
Humedad	,200	12	,200	,924	12	,324

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Resumen de datos descriptivos de la prueba de ANOVA (finales).

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
MateriaOrganica	Entre grupos	3,346	3	1,115	,601	,632
	Dentro de grupos	14,850	8	1,856		
	Total	18,196	11			
NitrógenoTotal	Entre grupos	,008	3	,003	,561	,656
	Dentro de grupos	,036	8	,004		
	Total	,043	11			
Fósforo	Entre grupos	,368	3	,123	2,909	,101
	Dentro de grupos	,337	8	,042		
	Total	,705	11			
Potasio	Entre grupos	,000	3	,000	,400	,757
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,001	11			
pH	Entre grupos	,049	3	,016	,983	,448
	Dentro de grupos	,133	8	,017		
	Total	,182	11			
ConductividadEléctrica	Entre grupos	6212,883	3	2070,961	2,930	,100
	Dentro de grupos	5653,907	8	706,738		
	Total	11866,790	11			
Temperatura	Entre grupos	6,149	3	2,050	1,261	,351
	Dentro de grupos	13,000	8	1,625		
	Total	19,149	11			
Humedad	Entre grupos	30,956	3	10,319	8,009	,009
	Dentro de grupos	10,307	8	1,288		
	Total	41,263	11			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Prueba de Tukey para materia orgánica.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T1	3	68,8333
T2	3	69,2400
T0	3	69,8267
T3	3	70,2067
Sig.		,624

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Prueba de Tukey para nitrógeno total.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T1	3	3,4433
T2	3	3,4600
T0	3	3,4833
T3	3	3,5100
Sig.		,633

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Prueba de Tukey para fósforo.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T3	3	2,0300
T2	3	2,1567
T1	3	2,2000
T0	3	2,5067
Sig.		,083

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Prueba de Tukey para potasio.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T2	3	,1467
T0	3	,1533
T3	3	,1533
T1	3	,1533
Sig.		,808

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Prueba de Tukey para pH.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T3	3	5,9333
T0	3	6,0000
T2	3	6,0667
T1	3	6,1000
Sig.		,439

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Prueba de Tukey para conductividad eléctrica.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T2	3	468,8333
T3	3	505,3667
T0	3	514,1333
T1	3	531,0667
Sig.		,080

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Prueba de Tukey para temperatura.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T1	3	24,8000
T2	3	25,1333
T0	3	25,8333
T3	3	26,6667
Sig.		,342

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Prueba de Tukey para humedad.

HSD Tukey^a

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3	3	44,4667	
T2	3	46,2333	46,2333
T0	3		48,1333
T1	3		48,4667
Sig.		,298	,152

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de la prueba de ANOVA, se verifica que los datos tienen distribución normal, excepto la humedad, que presenta una distribución no normal, y se verificó con la prueba de Tukey. Lo que indica que los datos son bastantes similares, pero los datos de humedad tienden a ser más distantes.

V. DISCUSIÓN

El efecto de aplicar EM en el lodo residual para generar compost es positivo en varios aspectos, ya que permite un incremento en el parámetro pH, pasando de 5.6 a 6.2, cerca de neutro, lo cual indica un aspecto positivo para ser empleado en múltiples aplicaciones, generando beneficios altamente positivos, además se aumenta el valor de la conductividad eléctrica (211 a 551.2 mS/m), ya que al mineralizarse la materia orgánica origina un incremento en la concentración de nutrientes y, por ende, de sales. Se incrementa el porcentaje de materia orgánica (27.3 a 71.86%), una característica importante para los abonos. Y finalmente se obtiene un incremento de la temperatura (21.5 a 28.4%), debido a la actividad microbiana en el cultivo, relacionada con la degradación de la materia orgánica de los residuos orgánicos. Los resultados contradicen a los obtenidos por Bojarski et al. (2023), donde lograron producir compost para emplearlo como fertilizante en viveros forestales, al emplear astillas de pino y lodos de depuradora. Obtuvieron valores por encima de los requeridos, por ejemplo, el nivel de pH estuvo por encima de 9, el contenido de nitrógeno estuvo en 6.50%, el porcentaje de fósforo en 0.45%, el porcentaje de potasio entre 0.5 a 0.7% y la temperatura alcanzada llegó por encima de los 65°C en los biorreactores que emplearon. Lo cual demostró la viabilidad de producir compost a partir de lodos residuales, empleando microorganismos eficientes porque permiten mejorar en gran manera los parámetros necesarios para acelerar el proceso de crecimiento del cultivo, aunque depende de la relación C/N y proporciones utilizadas. De igual modo, dichos resultados no concordaron con los de Dume et al. (2023), quienes evaluaron la viabilidad tecnológica y calidad del producto final empleando compostaje y vermicompostaje de lodos de depuradora en diferentes relaciones C/N, para lo cual emplearon lodo residual y paja de trigo peletizada en distintas proporciones de C/N, donde obtuvieron los mejores resultados con una relación C/N de 18:1. Lograron niveles altamente significativos con el vermicompost, como un alto contenido de potasio (37 a 88%), magnesio (54 a 453%), nitrógeno nitrato (71 a 98%), fósforo (79%), boro (48 a 303%) y cobre (2.5 a 82%). Por lo que, demostraron la viabilidad de emplear dicho lodo de depuradora y paja de trigo peletizada, dando la importancia debida al caso de producir compost para la aceleración del crecimiento de los cultivos, pero que los resultados fueron diferentes debido a la proporción

empleada y al tipo de residuo utilizado, ello influyó en obtener dichos valores en los parámetros analizados. Los resultados concordaron con los obtenidos por Alvarez et al. (2019), quienes plantearon la evaluación de la calidad del compost creado a partir de estiércol de gallinas mediante la aplicación de microorganismos beneficiosos autóctonos (EMA). Donde lograron demostrar que emplear EMA para la producción de compostaje a partir del estiércol de gallinas mejoró de forma notable y significativa en la calidad del compost, con un aumento en los parámetros importantes y una mayor actividad biológica. También se corrobora que concuerdan con los resultados de Romero y Vargas (2017), quienes monitorearon los cambios físicos, químicos y microbiológicos en el agua luego de aplicar el producto Versaklin, que contiene microorganismos eficientes (EM). Sus resultados determinaron que el pH del agua se mantuvo en su valor promedio, es decir, que se mantiene neutro para el correcto y adecuado crecimiento de los EM, donde su temperatura se encontró en el rango de 25.5 °C y 28.2 °C, favoreciendo al desarrollo de los EM y para la descomposición de la materia orgánica. Lograron determinar que la efectividad para eliminar los parámetros requeridos se logró a las 24 horas de aplicado los EM, es decir, el Versaklin, resultando en una reducción significativa de la existencia de organismos no deseados en las aguas contaminadas. Con relación a Zhang et al. (2018), el nivel de pH no concuerda con los obtenidos, ya concordando con los obtenidos, una variación de 7.24 ± 0.1 frente a los 7.0 obtenidos, siendo un pH alcalino cercano a la neutralidad, lo cual es bastante importante para la producción de un buen compost, además obtuvieron un aumento del nitrógeno, los cuales difieren a lo obtenido, porque el nitrógeno se redujo, con relación al fósforo, los resultados concordaron con los obtenidos, porque obtuvieron un incremento considerable, siendo beneficioso para el crecimiento del cultivo, para una mejor absorción de los nutrientes, concluyendo al final que dicha relación es mejor para poder ser aplicado como compost orgánico. Ahora, teniendo en cuenta a Coyla (2022), donde obtuvo una reducción considerable en la remoción de coliformes fecales, concordando con los resultados obtenidos, lo cual beneficia de forma directa al buen desarrollo y crecimiento del cultivo al emplear dicho compost. Ahora, tomando en cuenta a los demás parámetros como N, P y K, se encontraron dentro de los valores propuestos por la FAO, logrando una concordancia adecuada con los resultados obtenidos, por lo que, el compost generado a partir de los lodos

residuales de la PTAR Omo en Moquegua puede ser utilizado como compost orgánico.

Los resultados mostraron que emplear EM compost resulta beneficioso para producir compost del lodo residual de la PTAR mencionada, ya que mejoró el pH de 5.6 a 6.2, incrementó la conductividad eléctrica de 211 a 551.2 mS/m, se obtuvo un aumento en el porcentaje de la materia orgánica pasando de 27.3% a 69.72%, aumentan los niveles de fósforo de 0.1003 a 2.40 mg/g, se reduce el nivel de potasio, de igual modo, el nitrógeno se reduce y la temperatura alcanza niveles más altos, logrando pasar de 21.5 a 25.7 °C. Ello demuestra la importancia de emplear EM compost para mejorar los parámetros del compost obtenido del lodo residual. Dichos datos concuerdan con los de Huayllani (2017), donde investigo el efecto de los microorganismos eficientes (EM compost) para producir compost empleando lodos residuales. Obtuvo una mejora en los parámetros de materia orgánica (37.09 a 38.12%), pH (7.9 a 8.467), conductividad eléctrica (1.8453 a 1.9427 dS/m), nitrógeno (1.88 a 2.00%), fósforo (0.14 a 0.16%), potasio (0.954 a 1.253%), encontrándose bajo los estándares de calidad establecidos. Con ello se verifica que la utilización de EM compost permite mejorar en gran manera los parámetros fisicoquímicos del compost obtenido a partir de cualquier tipo de residuo, brindando la relevancia e importancia adecuada a los EM. Cabe precisar que el autor también obtuvo valores similares sin la aplicación de EM compost, es decir, obtuvo valores superiores en varios parámetros con relación a las muestras donde se aplicó EM compost.

El efecto es positivo para el pH, obteniendo un aumento de 5.6 a 6.2, la conductividad eléctrica se incrementó de 211 a 490.1 mS/m, la materia orgánica se incrementa de 27.3 a 68.68%, la cantidad de fósforo se incrementa de 0.1003 a 2.43 mg/g, el contenido de potasio se reduce de 0.3193 a 0.14 mg/g, el contenido de nitrógeno se ve reducido pasando de 13.12 a 3.43 mg/g y la temperatura tuvo un aumento de 21.5 a 25.7 °C. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Alarcon et al. (2019), quienes produjeron biofertilizante empleando microorganismos eficientes autóctonos (EMA). Los resultados concluyeron que la utilización de EMA en la producción de biofertilizantes da una gran efectividad en el campo, debido a que estos microorganismos están aptos para las características

específicas del suelo de la región. Recomendaron el uso de fertilizantes como una adición inicial a los métodos comerciales, con el propósito de ir reemplazándolo a futuro totalmente. En resumen, la aplicación de biofertilizantes elaborados a partir de microorganismos eficientes autóctonos representa una opción prometedora para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la agricultura en la región estudiada.

El efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023, fue positivo, incrementándose el nivel de pH de 5.6 a 6, conductividad eléctrica se incrementa de 211 a 516.7 mS/m, cantidad de materia orgánica se incrementó de 27.3 a 71.29%, el contenido de fósforo aumenta de 0.1003 a 2.16 mg/g, el potasio se redujo de 0.3193 a 0.15 mg/g, la cantidad de nitrógeno tuvo una reducción de 13.2 a 3.44 mg/g y la temperatura sufre un incremento de 21.5 a 27.5 °C. Dichos datos tienen similitud con los obtenidos por Chaparro et al. (2020), donde aplicaron MENDE para obtener compost a partir de residuos orgánicos. Donde la temperatura tuvo un incremento considerable llegando alcanzar el valor de 53 °C a los 20 días del tratamiento, y sin tratamiento se obtuvo un valor de 45 °C a los 45 días. Concluyeron que emplear MENDE activo al 10% permitió disminuir el proceso a 40 días y sin su aplicación se demoró 80 días.

VI. CONCLUSIONES

- Aplicar EM para la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo, en Moquegua, es positivo en varios aspectos, ya que permite un incremento en varios parámetros como un pH mayor, cercano a la neutralidad, siendo de gran beneficio para distintas aplicaciones, también se incrementa el valor de la conductividad eléctrica y es de esperarse, ya que al mineralizarse la materia orgánica origina un incremento en la concentración de nutrientes y, por ende, de sales. Se incrementa el porcentaje de materia orgánica, una característica importante para los abonos. Además, se incrementa la cantidad de fósforo, un nutriente esencial e importante para poder asegurar el crecimiento y salud de los cultivos. Y finalmente, se obtiene un incremento de la temperatura, debido a la actividad microbiana en el cultivo, relacionada con la degradación de la materia orgánica de los residuos orgánicos.
- De acuerdo al análisis, el efecto de aplicar EM compost para obtener compost del lodo residual, es positivo para el pH, ya que se obtiene un aumento de 5.6 a 6.2, la conductividad eléctrica se incrementa de 211 a 537.8 mS/m, se incrementa la materia orgánica de 27.3% a 69.72%, se obtiene un incremento del fósforo de 0.1003 a 2.40 mg/g, se obtiene una reducción del potasio pasando de 0.3193 a 0.17 mg/g, se reduce el nitrógeno de 13.12 a 3.38 mg/g y la temperatura se incrementa hasta alcanzar un valor de 25.7 °C.
- El efecto de aplicar EM agua para obtener compost del lodo residual, es positivo para el pH, obteniendo un aumento de 5.6 a 6.2, la conductividad eléctrica se incrementó de 211 a 490.1 mS/m, la materia orgánica se incrementa de 27.3 a 68.68%, la cantidad de fósforo se incrementa de 0.1003 a 2.43 mg/g, el contenido de potasio se reduce de 0.3193 a 0.14 mg/g, el contenido de nitrógeno se ve reducido pasando de 13.12 a 3.43 mg/g y la temperatura tuvo un aumento de 21.5 a 25.7 °C.
- Con relación al efecto de la aplicación de MENDE para obtener compost del lodo residual, fue positivo respecto al pH, incrementándose de 5.6 a 6, la conductividad eléctrica sufre un incremento de 211 a 516.7 mS/m, la cantidad de materia orgánica aumenta de 27.3 a 71.29%, la cantidad de fósforo aumenta de 0.1003 a 2.16 mg/g, el contenido de potasio se reduce de 0.3193 a 0.15

mg/g, la cantidad de nitrógeno sufre una reducción de 13.2 a 3.44 mg/g y la temperatura aumenta de 21.5 a 27.5 °C.

VII. RECOMENDACIONES

- Se pueden emplear los microorganismos eficientes en un tipo de tratamiento distinto, por ejemplo, método de biol o similar, para obtener un tipo de compost natural que cuando se aplique a los cultivos, brinden una estimulación adecuada en su crecimiento, permitiendo protegerlos de ataques de plagas y enfermedades, además de poder aguantar friaje o heladas.
- Se recomienda utilizar tratamientos en distintas proporciones para determinar cuál sería la más adecuada, de acuerdo con el análisis efectuado y de los resultados obtenidos, por ejemplo, la relación C/N de 18:1, permite obtener los mejores resultados, pero depende de los análisis y del residuo orgánico empleado.
- Se recomienda incrementar la proporción de MENDE, para poder obtener mejores resultados, pero haciendo un análisis para determinar qué proporción sería la más adecuada, para que obtengan los mejores resultados.

REFERENCIAS

AHMED, I., et al. (2023). Co-occurrence pattern of ARGs and N-functional genes in the aerobic composting system with initial elevated temperature. *Journal of Environmental Management*, 343 [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118073>

ALARCON, J., et al. (2019). Elaboración de un biofertilizante a partir de microorganismos eficientes autóctonos en Perú. [en línea]. *Análes Científicos*, 80(2), 515-522. Disponible en: <https://doi.org/10.21704/ac.v80i2.1484>

ALONSO, E., et al. (2019). Uso de lodos residuales como fertilizante en eucalipto - diagnóstico de investigación [en línea]. *Idesia*, vol.37, n.2, pp.103-108. *Idesia*, 37(2), 103-108. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000200103>

ALVAREZ, M., et al. (2019). Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria* [en línea]. 10(3), 353-361. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.05>

ANGUIANO, J., ANGUIANO, J., & PALMA, J. (2017). Inoculation of substrate with lactic acid bacteria for the development of *Moringa oleifera* Lam plantlets. *Cuban Journal of Agricultural Science* [en línea]. 51(2), 1-8. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653768174003>

ARIAS, J., VILLASÍS, M., & MIRANDA, M. (2016). El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia Mexico* [en línea]. 63(2), 201-206. Disponible en: <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181>

ARIAS, J., et al. (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y tecnología Inudi Perú [en línea]. Disponible en: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/22>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. Banco Interamericano de Desarrollo - Convenio Fondo Especial de Japón / BID ATN/JO-10792 UR [en línea]. Disponible en: <https://www.iadb.org/es/whats-our-impact/UR-T1051>

BERNAL, M., et al. (2017). Chapter Three - Current Approaches and Future Trends in Compost Quality Criteria for Agronomic, Environmental, and Human Health Benefits. *Advances in Agronomy* [en línea]. 144, 143-233. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.03.002>

BIOEM. (2021). EM•COMPOST. [en línea], [consulta: 15 julio 2023] . Disponible en: https://embioterra.com/archivos/FICHA_TACNICAEM_COMPOSTBIOEM_SAC.pdf

BOHÓRQUEZ, W. (2019, Enero 5). El proceso de compostaje. Universidad de La Salle. Ediciones Unisalle [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.19052/978-958-5486-67-6>

BOJARSKI, W., et al. (2023). Production of compost from logging residues . *Bioresource Technology*, [en línea]. 376, 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.128878>

CASTRO, J., GÓMEZ, L., & CAMARGO, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Dialet*, [en línea]. 27(75), 140-174. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8728928>

CHAPARRO, E., et al. (2020). Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos. *Sincretismo Revista de Divulgación Científica*, [en línea]. 1(1), 45-48. Disponible en: <https://revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo/article/view/15>

COYLA, R. (2022). Efecto de microorganismos eficaces en el proceso de Compostaje en lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Lampa. Repositorio de la Universidad Nacional de Juliaca [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/223>.

CSR Laboratorio. (2021). La Curva del Proceso de Compostaje [en línea], [consulta: 15 julio 2023] Disponible en: <https://csrlaboratorio.es/wp-content/uploads/2021/04/CurvaCompostaje-1024x633.png>

CUSTODIO, R., KONDO, L., & DE LIMA, R. (2023). A system dynamics approach for large-scale water treatment plant sludge management: A case study in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, [en línea]. 419(20). Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138105>

DEVENDRA, R., et al. (2023). Quality control and assessment of compost obtained from open and In-Vessel composting methods. Materialstoday proceedings [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.06.350>

DÍAZ, M., et al. (2020). Obtención y utilización de microorganismos nativos: el bioproducto IHPLUS®. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior [en línea]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/340005504_Obtencion_y_utilizacion_de_microorganismos_nativos_IHPLUS_R

DUME, B., et al. (2023). Composting and vermicomposting of sewage sludge at various C/N ratios: Technological feasibility and end-product quality. Ecotoxicology and Environmental Safety, [en línea]. 263(15), 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115255>

FAYEMI, O., & OJOKOH, A. (2012). The Effect Of Different Fermentation Techniques On the nutritional quality of the cassava product(Fufu). department of microbiology, Federal University of Technology, [en línea]. 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00763.x>

GAO, N., et al. (2020). Thermochemical conversion of sewage sludge: A critical review. Progress in Energy and Combustion Science, [en línea]. 79, 1-38. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2020.100843>

GARCÍA, J. (2022, Mayo 24). Compostaje industrial: fases del proceso, AIMPLAS. [consulta: 10 julio 2023], Compostaje industrial: fases del proceso [en línea]. Disponible en: <https://www.aimplas.es/blog/compostabilidad-industrial-fases-del-proceso-de-compostaje/#:~:text=La%20fase%20mes%C3%B3fila%20empieza%20a,C%20y%2070%CB%9AC>.

GROBEALK, A., CZERWINSKA, K., & MURTÁS, A. (2019). 7 - General considerations on sludge disposal, industrial and municipal sludge. Industrial and Municipal Sludge, [en línea]. 135-153. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815907-1.00007-6>

GUERRERO, R. (2021, Septiembre). Determinación De La Relación C/N Óptima Para La Obtención De Un Compost De Buena Calidad De Los Residuos Sólidos Orgánicos En El Distrito De Independencia – Huaraz – Ancash. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Disponible en: UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO [en línea], [consulta: 10 julio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4842>

HUACOLLO, M. (2018). Producción de Microorganismos Eficientes Nativos Del Desierto-MENDE [en línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/381167413/Manual-del-Estudiante-Modulo-1-Produccion-de-Microorganismos-Eficientes-Nativos-del-Desierto-MENDE>

HUAYLLANI, K. (2017). Influencia de microorganismos eficaces (Em-compost) en la producción de compost de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales. Repositorio Institucional de la Universidad Continental [en línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/3823>

INFOAGRO. (2020). Termómetro profesional económico para compost y semisólidos con 2 canales. Infoagro.com [en línea]. [consulta: 21 julio 2023]. Disponible en: https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=13024

INSAM, H., KLAMMSTEINER, T., & GÓMEZ, M. (2023). Biology of compost. Encyclopedia of Soils in the Environment [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00178-6>

KACPRZAK, M., et al. (2017). Sewage sludge disposal strategies for sustainable development. Environmental Research, [en línea]. 156, 39-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.010>

KUMARI, S., & SINGH, V. (2017). Importance of Soil Microbes in Nutrient Use Efficiency and Sustainable Food Production. Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture, [en línea]. 3-23. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319935165_Importance_of_Soil_Microbes_in_Nutrient_Use_Efficiency_and_Sustainable_Food_Production

LUGO, J., et al. (2017). Abono orgánico elaborado con lodo residual y estiércol equino a través de vermicomposteo: Una propuesta como mejorador de suelos.

Revista Internacional de Contaminación Ambiental, [en línea]. 33(3), 475-484. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.03.10>

LUNA, M., & MESA, J. (2017). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista Científica Agroecosistemas, [en línea]. 4(2). Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>

MAN, E., & CLARKE, D. (2021). Multi-theoretic research involving classroom video analysis: A focus on the unit of analysis. Learning, Culture and Social Interaction, [en línea]. 31, 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100344>

MARGARITIS, M., MALAMIS, D., & LOIZIDOU, M. (2023). An experimental investigation of the composting process in an innovative home composting System: The influence of additives. Cleaner Materials, [en línea]. 8, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2023.100185>

MIKULA, K., et al. (2022). Chapter 3 - Agrochemicals in view of circular economy. (K. Chojnacka, & Agnieszka Saeid, Eds.) Smart Agrochemicals for Sustainable Agriculture, [en línea]. 57-80. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817036-6.00004-2>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para el Reaprovechamiento de los Lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, [en línea]. [consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-015-2017-VIVIENDA.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2017). Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. [consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-decreto-legislativo-ndeg-1278-decreto-legislativo-que-aprueba>

MOHAMED, B., et al. (2018). Sewage sludge used as organic manure in Moroccan sunflower culture: Effects on certain soil properties, growth and yield components. Science of the total environment, [en línea]. 627, 681-688. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.258>

MONGABAY. (2022, Marzo 25). Soluciones innovadoras para las aguas residuales: ¿cómo abordar el problema mundial de los desechos humanos?. Mongabay Latam. [en línea]. [consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2022/03/soluciones-innovadoras-para-aguas-residuales-desechos-humanos/>

Onwosi Chukwudi Otto, 2017. Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges and future prospects. Journal of environmental management, vol. 190, p. 140-157. [en línea]. [consulta: 1 junio 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479716310349>

OTZEN, T., & MANTEROLA, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology, [en línea]. 35(1), 227-232. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

RAMOS, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. Ciencia América, [en línea]. 10(1), 1-7. Disponible en: <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

REYES, D., et al. (2020). Estabilización por vermicomposteo de lodos residuales aplicados en la albahaca. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, [en línea]. 36(2), 371-381. Disponible en: <https://doi.org/10.20937/RICA.53537>

ROJAS, J. (2021). Influencia Del Tectosilicato - Zeolita En La Retención Del Nitrógeno Durante La Preparación De Compost En Tingo María [en línea]. [consulta: 10 julio 2023] Universidad Nacional Agraria De La Selva. Disponible en: http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1866/TS_JLRA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ROMÁN, P., MARTÍNEZ, M., & PANDOJA, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. oficina regional de la fao para américa latina y el caribe [en línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

ROMERO, T., & VARGAS, D. (2017). Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, [en línea]. 38(3), 88-100. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300008&lng=es&nrm=iso

SARKAR, S., PAL, S., & CHAMBA, S. (2016). Optimization of a Vegetable Waste

Composting Process with a Significant Thermophilic Phase. *Procedia Environmental Sciences*, [en línea]. 35, 435-440. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.026>

SEID, G., & PEREZ, R. (2022). Los puntos de partida epistemológicos y operativos en la observación de campo. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, [en línea]. 12(2), 1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.24215/18537863e113>

SHADDEL, S., et al. (2019). Sustainable Sewage Sludge Management: From Current Practices to Emerging Nutrient Recovery Technologies. *Sustainability*, [en línea]. 11(12), 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11123435>

SONI, R., & DEVI, S. (2022). Chapter 12 - Composting process: Fundamental and molecular aspects. *Relationship Between Microbes and the Environment for sustainable Ecosystem*, [en línea]. 1, 239-265. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89938-3.00012-8>

STEHOUWER, R., et al. (2022). Chapter 15 - Compost characteristics and quality. *The Composting Handbook*, [en línea]. 737-775. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85602-7.00012-1>

SU, L., et al. (2020). Thermophilic Solid-State Anaerobic Digestion of Corn Straw, Cattle Manure, and Vegetable Waste: Effect of Temperature, Total Solid Content, and C/N Ratio. *Hindawi*, [en línea]. 2020, 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/8841490>

SU, P., et al. (2017). Photosynthetic bacterium *Rhodospseudomonas palustris* GJ-22 induces systemic resistance against viruses. *Microbial Biotechnology*, [en línea]. 10(3), 612-624. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12704>

TANYA, M., & LEIVA, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, [en línea]. 46(2), 93-103. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=en&nrm=iso

TORRES, A., QUIPUZCO, L., & MEZA C, (2015). Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo batch. *Anales Científicos*, [en línea]. 76(2), 269-274. Disponible

en: <https://doi.org/10.21704/ac.v76i2.791>

XIE, S., et al. (2023). Transformation characteristics of organic matter and phosphorus in composting processes of agricultural organic waste: Research trends. *Materials Science for energy Technologies*, [en línea]. 6, 331-342. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mset.2023.02.006>

YESIL, H., et al. (2021). Removal and recovery of heavy metals from sewage sludge via threestage integrated process. *Chemosphere*, [en línea]. 280, 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130650>

ZAFIU, C., et al. (2023). The dynamics of macro- and microplastic quantity and size changes during the composting process. *Waste Management*, [en línea]. 162, 18-26. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.03.002>

ZELA, J., & OLIVAS, G. (2022). Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras 2022. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Disponible en: https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/06/Informe-de-diagnostico-de-las-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales-PTAR_VdigitalConcomentario.pdf

ZHANG, D., et al. (2018). Performance of co-composting sewage sludge and organic fraction of municipal solid waste at different proportions. *Bioresource Technology*, [en línea]. 250, 853-859. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.136>

ZURITA, J. & VILLASÍS, M. (2021). Principales sesgos en la investigación clínica. *Revista Alergia México*, [en línea]. 68(4). Disponible en: <https://doi.org/10.29262/ram.v68i4.1003>

ANEXOS


Anexo 1: Matriz de consistencia

I. Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023								
PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
GENERAL			INDEPENDIENTE					
¿Cuál es la influencia de microorganismos eficientes en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023?	Evaluar la influencia de microorganismos eficientes en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023	La influencia de microorganismos eficientes logra mayor eficacia en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023	Microorganismos eficientes	Los microorganismos eficientes o ME (del inglés Efficient Microorganism) consisten en productos formulados líquidos que contienen más de 80 especies de microorganismos, algunas especies son aeróbicas, anaeróbicas e incluso especies fotosintéticas cuyo logro principal es que pueden coexistir como comunidades microbianas e incluso pueden completarse (Romero y Vargas, 2017)	Para determinar la influencia de los microorganismos eficientes en la obtención de compost del lodo residual, se aplicarán tres tipos de microorganismos eficientes aeróbicos y anaeróbicos con tres repeticiones	-Bacterias fotosintéticas -Bacterias ácido lácticas -Levaduras	-EM compost -EM agua -Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto	ml/Kg ml/Kg ml/Kg
ESPECÍFICOS			DEPENDIENTE	El compost reduce el tamaño y volumen de los desechos sólidos municipales, estabilizarlos para su disposición en	Se construirá un área experimental que será un espacio con sombra y se habilitará diez contenedores para	Parámetros físicos	-Humedad Temperatura	% °C
¿Cuál es el efecto de la aplicación del EM compost en los parámetros	Determinar el efecto de la aplicación del EM compost en los parámetros	El efecto de la aplicación de EM Compost mejoran las condiciones de	Compost					

<p>fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023?</p>	<p>fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023</p>	<p>los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023</p>		<p>vertederos y devolver los productos orgánicos a la naturaleza. Durante el compostaje, la sucesión de microorganismos desempeña un papel fundamental en la gestión efectiva del proceso. (Devendra, R, et al., 2023).</p>	<p>los tratamientos con los microorganismos eficientes El proceso de compostaje del lodo residual con los diferentes tratamientos producirá cambios en los parámetros de calidad, los cuales serán determinados mediante análisis de laboratorio según la normativa vigente.</p>			
<p>¿Cuál es el efecto de la aplicación del EM agua en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023?</p>	<p>Determinar el efecto de la aplicación del EM agua en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023</p>	<p>El efecto de la aplicación de EM Agua mejoran las condiciones de los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023</p>				<p>Parámetros químicos</p>	<p>-PH -Nitrógeno (N) -Fósforo (P₂O₅) -Potasio (K₂O) -Materia Orgánica</p>	<p>Unid. ph % % % %</p>
<p>¿Cuál es el efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023?</p>	<p>Determinar el efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto en los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023.</p>	<p>El efecto de la aplicación de los Microorganismos Eficientes Nativos de Desierto mejora las condiciones de los parámetros fisicoquímicos en la obtención de compost del lodo residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023.</p>						

Anexo 2 – Instrumento de recolección de datos


Medición del parámetro de temperatura (T°)

 Universidad César Vallejo		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL				
Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar		Fecha:			Hora:	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALAUCION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1					
	2					
	3					
T1	1					
	2					
	3					
T2	1					
	2					
	3					
T3	1					
	2					
	3					

Medición del parámetro de pH

 <b style="font-size: 1.2em;">Universidad César Vallejo		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL				
Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar		Fecha:			Hora:	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARÁMETRO DE pH				
		EVALUACION 1	EVALAUCION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1					
	2					
	3					
T1	1					
	2					
	3					
T2	1					
	2					
	3					
T3	1					
	2					
	3					

Evaluación del parámetro de humedad

 Universidad César Vallejo		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL	
Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi		
Lugar		Fecha:	Hora:
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. MEDICION DEL PARÁMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1		
	2		
	3		
T1	1		
	2		
	3		
T2	1		
	2		
	3		
T3	1		
	2		
	3		

Anexo 3- Validación de Instrumentos

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Mg. Cabello Torres Rita Jaqueline
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Recursos Naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA
 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Estefani Yojana Antacahuana Tito
 Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 24 de Diciembre del 2023.



Firma y sello

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Mg. Cabello Torres Rita Jaqueline

1.1. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

1.2. Especialidad o línea de investigación: Recursos Naturales

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH

1.4. Autor (A) de Instrumento: Estefani Yojana Antacahuana Tito
Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

.....


Firma y sello

Lima, 24 de Diciembre del 2023.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Mg. Cabello Torres Rita Jaqueline

1.1. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

1.2. Especialidad o línea de investigación: Recursos Naturales

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD

1.4. Autor (A) de Instrumento: Estefani Yojana Antacahuana Tito
Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 24 de Diciembre del 2023.



 Firma y sello

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Recursos Naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA
 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Estefani Yojana Antacahuana Tito
 Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 24 de Diciembre del 2023.

 Firma y sello

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Recursos Naturales
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Estefani Yojana Antacahuana Tito
Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 24 de Diciembre del 2023.



Firma y sello

DATOS GENERALES
Apellidos y Nombres: Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan

1.1. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

1.2. Especialidad o línea de investigación: Recursos Naturales

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD

1.4. Autor (A) de Instrumento: Estefani Yojana Antacahuana Tito
Diana Del Pilar Rivera Chipana

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		

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90%



Lima, 24 de Diciembre del 2023.

 Firma y sello

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Mg. Alcides Garzon Flores
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Recursos Naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA
 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Estefani Yojana Antacahuana Tito
 Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90%



Lima, 24 de Diciembre del 2023.

 Firma y sello

I. DATOS GENERALES
Apellidos y Nombres: Mg. Alcides Garzon Flores

1.1. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo

1.2. Especialidad o línea de investigación: Recursos Naturales

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH

1.4. Autor (A) de Instrumento: Estefani Yojana Antacahuana Tito
Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%



Lima, 24 de Diciembre del 2023.

.....

Firma y sello

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Mg. Alcides Garzon Flores
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente de la Universidad César Vallejo
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Recursos Naturales
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD
 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Estefani Yojana Antacahuana Tito
 Diana Del Pilar Rivera Chipana

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:
V.

90%



Lima, 24 de Diciembre del 2023.

 Firma y sello

Anexo 4 – Autorización de la EPS



GERENCIA DE
OPERACIONES

EPS MOQUEGUA S.A.



EXP.

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Moquegua, 06 de septiembre de 2023

Yo, **Victor Raúl Calluari Mamani**, Gerente de Operaciones y jefe de la Oficina de Producción de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales de la EPS MOQUEGUA S.A. a solicitud de los interesados con documento adjunto, se autoriza el ingreso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Omo a los testistas:

- Estefani Yojana Antacahuana Tito con DNI 72300527.
- Diana Del Pilar Rivera Chipana con DNI 71230150.

Bachilleres de la carrera de Ingeniería Ambiental, para que puedan realizar el muestreo y recojo de lodos, para realizar sus trabajos de investigación denominado “Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023”, a través de la Universidad Cesar Vallejo con el fin de brindar una alternativa de solución a la problemática de contaminación y su gestión con un fin agroecológico.

Para ello se brindarán todas las facilidades para que puedan ingresar a la PTAR Omo, para el día 07 de septiembre del 2023, con la finalidad de poder desarrollar las actividades del proyecto en mención.


Atentamente,



Estefani Yojana Antacahuana Tito
DNI 72300527

Diana Del Pilar Rivera Chipana
DNI 71230150

Anexo 5 – Resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos de recolección datos

 Universidad César Vallejo		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL				
Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc Los Guayanos Yp	Fecha: 24 10/1/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	19 °C	19 °C	17 °C	19 °C	
	2	17 °C	19 °C	19 °C	19 °C	
	3	19 °C	19 °C	17 °C	19 °C	
T1	1	19 °C	17 °C	17 °C	18 °C	
	2	17 °C	19 °C	18 °C	18 °C	
	3	19 °C	17 °C	17 °C	17 °C	
T2	1	19 °C	19 °C	17 °C	19 °C	
	2	20 °C	19 °C	19 °C	19 °C	
	3	19 °C	17 °C	19 °C	19 °C	
T3	1	17 °C	17 °C	20 °C	19 °C	
	2	19 °C	18 °C	19 °C	19 °C	
	3	17 °C	17 °C	19 °C	17 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Las Casquasinas	Fecha: 01/10/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				OBSERVACIONES
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	
T0	1	19 °C	20 °C	19 °C	19 °C	
	2	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	
	3	19 °C	20 °C	19 °C	19 °C	
T1	1	20 °C	20 °C	19 °C	20 °C	
	2	19 °C	20 °C	20 °C	20 °C	
	3	20 °C	19 °C	19 °C	19 °C	
T2	1	21 °C	20 °C	20 °C	20 °C	
	2	19 °C	20 °C	19 °C	19 °C	
	3	19 °C	19 °C	19 °C	19 °C	
T3	1	21 °C	20 °C	20 °C	20 °C	
	2	20 °C	20 °C	19 °C	20 °C	
	3	20 °C	21 °C	20 °C	20 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Las Casuarinas 4-1 ^a	Fecha: 09/10/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
T1	1	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	
T2	1	21 °C	21 °C	20 °C	21 °C	
	2	20 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
	3	22 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
T3	1	21 °C	20 °C	22 °C	21 °C	
	2	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Los Caserinos 740	Fecha: 15 / 10 / 2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	21 °C	21 °C	20 °C	21 °C	
	2	22 °C	23 °C	22 °C	22 °C	
	3	21 °C	22 °C	23 °C	22 °C	
T1	1	21 °C	23 °C	22 °C	22 °C	
	2	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
T2	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	
	3	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
T3	1	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Las Casuarinas 4-16	Fecha: 22/10/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	
	2	23 °C	22 °C	23 °C	23 °C	
	3	22 °C	21 °C	22 °C	22 °C	
T1	1	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	
	2	23 °C	23 °C	22 °C	23 °C	
	3	22 °C	23 °C	23 °C	23 °C	
T2	1	22 °C	23 °C	23 °C	23 °C	
	2	23 °C	22 °C	23 °C	23 °C	
	3	23 °C	23 °C	22 °C	23 °C	
T3	1	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	
	2	23 °C	22 °C	23 °C	23 °C	
	3	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Ayoc. Los Cosuquinos Y.La			Fecha:	29 / 10 / 2023	
					Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICIÓN DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	23 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
T1	1	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
	2	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
	3	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	
T2	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
T3	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	
	3	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Usr. los cañinos 7-10	Fecha: 05/11/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	23 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
T1	1	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
	2	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
	3	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	
T2	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	21 °C	21 °C	22 °C	21 °C	
	3	21 °C	22 °C	22 °C	21 °C	
T3	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	21 °C	22 °C	22 °C	
	3	22 °C	23 °C	22 °C	22 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Las Casuarinas 46	Fecha: 12 / 11 / 2023				Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	22 °C	21 °C	22 °C	22 °C	
T1	1	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	2	21 °C	22 °C	22 °C	22 °C	
	3	22 °C	22 °C	21 °C	22 °C	
T2	1	22 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
	2	21 °C	21 °C	22 °C	21 °C	
	3	22 °C	20 °C	21 °C	21 °C	
T3	1	22 °C	21 °C	21 °C	21 °C	
	2	22 °C	21 °C	22 °C	22 °C	
	3	22 °C	22 °C	22 °C	22 °C	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Las Casuarinas Y-10	Fecha: 19 - 11 - 2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 01. MEDICION DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA (T°)				OBSERVACIONES
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	
T0	1	22° C	22° C	22° C	22° C	
	2	22° C	22° C	21° C	22° C	
	3	22° C	22° C	22° C	22° C	
T1	1	22° C	21° C	22° C	22° C	
	2	23° C	22° C	21° C	22° C	
	3	22° C	22° C	22° C	22° C	
T2	1	22° C	22° C	21° C	22° C	
	2	21° C	22° C	22° C	22° C	
	3	22° C	22° C	22° C	22° C	
T3	1	22° C	21° C	22° C	22° C	
	2	22° C	22° C	21° C	22° C	
	3	22° C	23° C	23° C	23° C	



Título del Proyecto		Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023				
Responsables		Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana				
Asesor		Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi				
Lugar <i>Asoc. Los Cosuarinos Y-10</i>		Fecha: <i>24/09/2023</i>			Hora: <i>09:00</i>	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	<i>4.40</i>	<i>4.42</i>	<i>4.40</i>	<i>4.41</i>	
	2	<i>4.37</i>	<i>4.38</i>	<i>4.36</i>	<i>4.37</i>	
	3	<i>4.39</i>	<i>4.38</i>	<i>4.39</i>	<i>4.39</i>	
T1	1	<i>4.53</i>	<i>4.55</i>	<i>4.53</i>	<i>4.54</i>	
	2	<i>4.40</i>	<i>4.49</i>	<i>4.42</i>	<i>4.44</i>	
	3	<i>4.52</i>	<i>4.51</i>	<i>4.52</i>	<i>4.52</i>	
T2	1	<i>4.79</i>	<i>4.70</i>	<i>4.70</i>	<i>4.73</i>	
	2	<i>4.73</i>	<i>4.74</i>	<i>4.74</i>	<i>4.74</i>	
	3	<i>4.55</i>	<i>4.51</i>	<i>4.55</i>	<i>4.54</i>	
T3	1	<i>4.85</i>	<i>4.59</i>	<i>4.54</i>	<i>4.57</i>	
	2	<i>4.84</i>	<i>4.75</i>	<i>4.84</i>	<i>4.81</i>	
	3	<i>4.23</i>	<i>4.32</i>	<i>4.30</i>	<i>4.32</i>	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Las Caserías	Fecha: 01/10/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	5.93	5.94	5.96	5.94	
	2	5.98	5.92	5.95	5.95	
	3	5.99	5.97	6.00	5.99	
T1	1	6.08	6.07	6.06	6.07	
	2	6.04	6.06	6.04	6.05	
	3	6.05	6.03	6.06	6.05	
T2	1	6.20	6.22	6.21	6.21	
	2	6.14	6.16	6.18	6.16	
	3	6.21	6.23	6.20	6.18	
T3	1	6.25	6.23	6.22	6.23	
	2	6.05	6.04	6.01	6.03	
	3	6.03	6.05	6.10	6.06	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	ASoc. Los Recursos/1-10	Fecha: 03/10/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	6.08	6.07	6.10	6.08	
	2	6.31	6.32	6.37	6.33	
	3	6.07	6.02	6.03	6.04	
T1	1	6.01	6.04	6.06	6.04	
	2	5.98	5.95	5.97	5.97	
	3	6.21	6.20	6.18	6.20	
T2	1	6.38	6.37	6.40	6.38	
	2	6.39	6.41	6.43	6.41	
	3	6.23	6.20	6.22	6.22	
T3	1	6.43	6.50	5.92	6.62	
	2	6.82	6.80	6.62	6.75	
	3	6.94	6.92	6.92	6.76	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Los Casucinos y D	Fecha: 15 / 10 / 2023				Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	5.77	5.85	5.75	5.76	
	2	6.13	6.13	6.14	6.13	
	3	6.15	6.19	6.17	6.17	
T1	1	6.21	6.22	6.27	6.23	
	2	6.19	6.19	6.17	6.19	
	3	6.16	6.20	6.20	6.19	
T2	1	6.22	6.23	6.26	6.24	
	2	6.21	6.20	6.18	6.20	
	3	6.26	6.24	6.24	6.25	
T3	1	5.93	5.94	5.93	5.93	
	2	5.94	5.96	5.96	5.96	
	3	5.93	5.94	5.98	5.95	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Las Costaneras	Fecha: 22/10/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	6.38	6.38	6.37	6.38	
	2	6.39	6.40	6.39	6.39	
	3	6.34	6.28	6.34	6.32	
T1	1	6.46	6.40	6.45	6.44	
	2	6.47	6.47	6.48	6.47	
	3	6.40	6.38	6.38	6.39	
T2	1	6.42	6.42	6.43	6.43	
	2	6.39	6.40	6.37	6.38	
	3	6.41	6.42	6.40	6.41	
T3	1	6.25	6.24	6.24	6.24	
	2	6.20	6.23	6.23	6.25	
	3	6.23	6.29	6.25	6.25	



Título del Proyecto		Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023				
Responsables		Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana				
Asesor		Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi				
Lugar <i>Asoc. Los Casuarinos Y/o</i>		Fecha: <i>29/10/2023</i>			Hora: <i>09:00</i>	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	<i>6.37</i>	<i>6.36</i>	<i>6.36</i>	<i>6.36</i>	
	2	<i>6.39</i>	<i>6.39</i>	<i>6.39</i>	<i>6.39</i>	
	3	<i>6.39</i>	<i>6.40</i>	<i>6.41</i>	<i>6.40</i>	
T1	1	<i>6.40</i>	<i>6.39</i>	<i>6.40</i>	<i>6.40</i>	
	2	<i>6.40</i>	<i>6.42</i>	<i>6.41</i>	<i>6.41</i>	
	3	<i>6.41</i>	<i>6.45</i>	<i>6.45</i>	<i>6.45</i>	
T2	1	<i>6.46</i>	<i>6.47</i>	<i>6.44</i>	<i>6.46</i>	
	2	<i>6.43</i>	<i>6.42</i>	<i>6.43</i>	<i>6.43</i>	
	3	<i>6.49</i>	<i>6.50</i>	<i>6.50</i>	<i>6.50</i>	
T3	1	<i>6.49</i>	<i>6.51</i>	<i>6.51</i>	<i>6.50</i>	
	2	<i>6.48</i>	<i>6.49</i>	<i>6.49</i>	<i>6.49</i>	
	3	<i>6.50</i>	<i>6.49</i>	<i>6.50</i>	<i>6.50</i>	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoe Los Casapinos 40	Fecha:	05/11/2023	Hora:	09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				OBSERVACIONES
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	
T0	1	6.49	6.49	6.51	6.50	
	2	6.41	6.42	6.41	6.41	
	3	6.56	6.56	6.55	6.56	
T1	1	6.46	6.48	6.44	6.46	
	2	6.43	6.42	6.43	6.43	
	3	6.49	6.50	6.51	6.50	
T2	1	6.40	6.39	6.39	6.39	
	2	6.40	6.42	6.44	6.42	
	3	6.44	6.45	6.45	6.45	
T3	1	6.37	6.36	6.35	6.36	
	2	6.39	6.39	6.39	6.39	
	3	6.39	6.40	6.39	6.39	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Los Cosuquinos y H	Fecha: 12/11/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	6.47	6.48	6.46	6.47	
	2	6.49	6.50	6.42	6.47	
	3	6.49	6.49	6.48	6.49	
T1	1	6.60	6.60	6.58	6.59	
	2	6.57	6.55	6.55	6.56	
	3	6.60	6.59	6.58	6.59	
T2	1	6.58	6.62	6.58	6.59	
	2	6.59	6.60	6.60	6.60	
	3	6.60	6.58	6.58	6.59	
T3	1	6.45	6.49	6.49	6.48	
	2	6.48	6.46	6.48	6.47	
	3	6.46	6.49	6.46	6.47	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023					
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana					
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi					
Lugar	Asoc. Los Cosuaros	Fecha: 19/11/2023			Hora: 09:00	
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 02. MEDICION DEL PARAMETRO DE PH				
		EVALUACION 1	EVALUACION 2	EVALUACION 3	PROMEDIO	OBSERVACIONES
T0	1	6.47	6.30	6.43	6.49	
	2	6.50	6.49	6.50	6.50	
	3	6.47	6.47	6.47	6.47	
T1	1	6.60	6.58	6.60	6.59	
	2	6.57	6.57	6.57	6.57	
	3	6.61	6.60	6.62	6.61	
T2	1	6.48	6.48	6.48	6.48	
	2	6.52	6.52	6.52	6.52	
	3	6.59	6.58	6.59	6.59	
T3	1	6.43	6.43	6.43	6.43	
	2	6.38	6.38	6.35	6.37	
	3	6.50	6.53	6.53	6.52	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi		
Lugar	Asoc. Los Capuano 440	Fecha: 24/09/2023/	Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad insuficiente	
	2	Humedad insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	
T1	1	Humedad Insuficiente	
	2	Humedad Insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	
T2	1	Humedad Insuficiente	
	2	Humedad Insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	
T3	1	Humedad Insuficiente	
	2	Humedad Insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi		
Lugar	Asoc. Los Casapicos 4-10	Fecha: 01/10/2023	Hora:
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T1	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T2	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T3	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi		
Lugar	Asoc. Los Coordinados Y10	Fecha: 08/10/2023	Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T1	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T2	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T3	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	



Título del Proyecto		Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023	
Responsables		Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana	
Asesor		Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi	
Lugar		Fecha: 15/10/2023	Hora: 09:00
FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD			
TRATAMIENTO	REPETICIONES	ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad Insuficiente	
	2	Humedad Insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	
T1	1	Humedad Insuficiente	
	2	Humedad Insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	
T2	1	Humedad Insuficiente	
	2	Humedad Insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	
T3	1	Humedad Insuficiente	
	2	Humedad Insuficiente	
	3	Humedad Insuficiente	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Aucchuasi		
Lugar	Asor. Las Casuarinas Y.La	Fecha:	22/10/2023
			Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T1	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T2	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T3	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi		
Lugar	A Soc. Las Casuarinas 49	Fecha: 29 / 10 / 2023	Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T1	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T2	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T3	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi		
Lugar	Asoc. Los Casuarinistas	Fecha: 05/11/2023	Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T1	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T2	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T3	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	

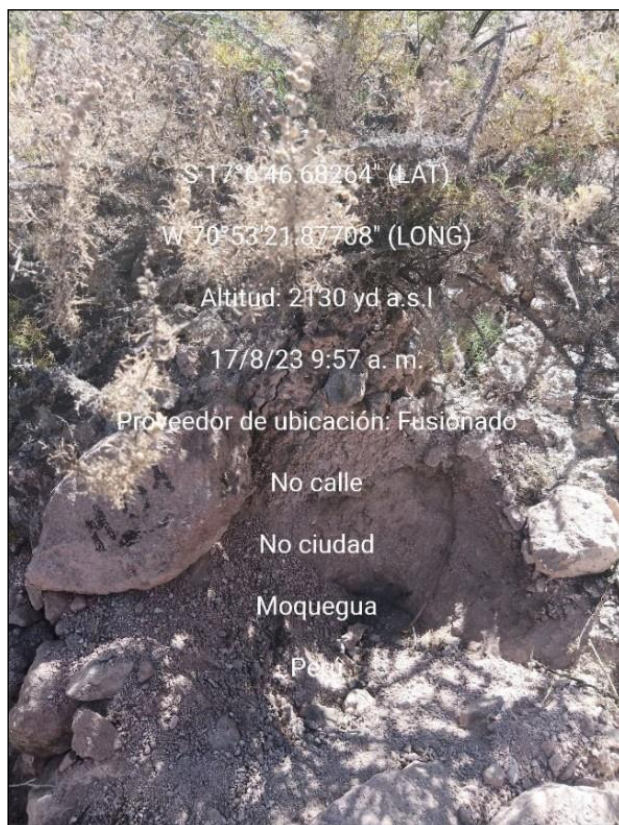


Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Aucchuasi		
Lugar	Asoc. Los Cosuarinos 740	Fecha: 12/11/2023	Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T1	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T2	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T3	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	



Título del Proyecto	Influencia de Microorganismos Eficientes en la Obtención de Compost del Lodo Residual de la PTAR Omo - Moquegua, 2023		
Responsables	Estefani Yojana Antacahuana Tito Diana Del Pilar Rivera Chipana		
Asesor	Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi		
Lugar	Asoc. Las Casuarinas Y.L.S.	Fecha: 19/11/2023	Hora: 09:00
TRATAMIENTO	REPETICIONES	FICHA 03. EVALUACIÓN DEL PARAMETRO DE HUMEDAD	
		ESCALA	OBSERVACIONES
T0	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T1	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T2	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	
T3	1	Humedad adecuada	
	2	Humedad adecuada	
	3	Humedad adecuada	

Anexo 6 – Fotos de captura y recolección de MENDE



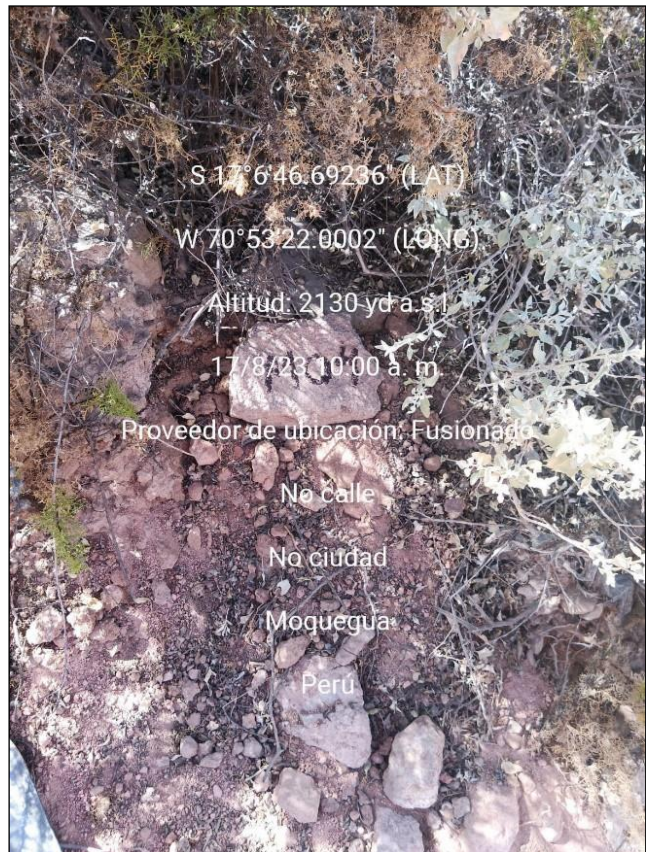
Depósito de la primera captura M01.



Depósito de la primera captura M04.



Depósito de la primera captura M03.



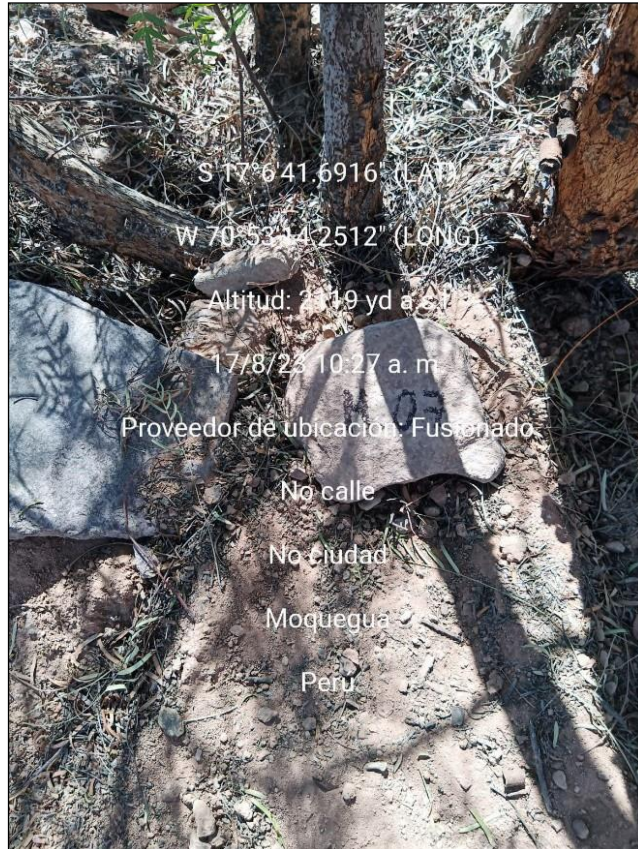
Depósito de la primera captura M02.



Depósito de la primera captura M05.



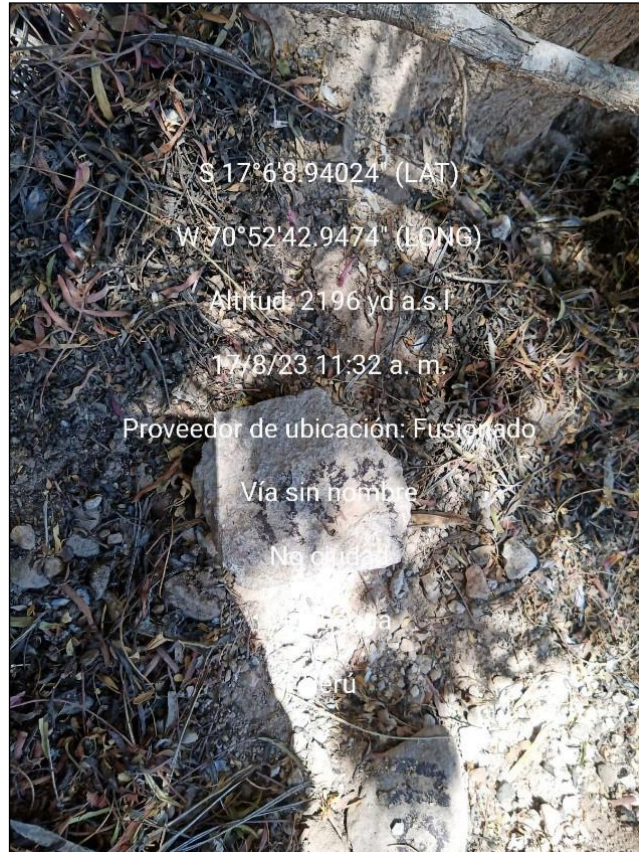
Depósito de la primera captura M08.



Depósito de la primera captura M07.



Depósito de la primera captura M06.



Depósito de la primera captura M09.



Depósito de la primera captura M10.

Anexo 7 – Informe de ensayo inicial de laboratorio



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1374

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : DIANA DEL PILAR RIVERA CHIPANA
1.2 RUC o DNI : 71230150
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : LODO RESIDUAL
2.2 Muestreado por : CLIENTE ^(c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2023-09-18
2.5 Periodo de Ensayo : 2023-09-18 al 2023-09-28
2.6 Fecha de Emisión : 2023-09-28
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 12/09/2023 / 11:30 ^(c)
2.8 N° de cotización : COT-113790-SL23

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEVWW Part 9221 F.2, 23rd Ed.

4. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: Muestra de Lodo Residual mezclado con aserrín.
PUNTO DE MUESTREO: CHEN CHEN-MOQUEGUA
MUESTREADO POR: Diana Rivera Chipana y Estefani Antacahuana Tito. ^(c)


DIEGO ROMÁN VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

TABLA N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-2189	Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/g	0.18	<0.18

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

(c) Información suministrada por el cliente.

FIN DE DOCUMENTO



- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

INFORME DE ENSAYO
N° 10255-23/SU/ LABSAF - AREQUIPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Diana Rivera Chipana
 Propietario / Productor : Diana Rivera Chipana
 Dirección del cliente : Moquegua
 Solicitado por : Diana Rivera Chipana
 Muestreado por : Dato Interno del Cliente
 Número de muestra(s) : 1
 Producto declarado : Suelo
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa Plástica
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Moquegua - Mariscal Nieto - Moquegua
 Fecha(s) de muestreo : 2023-09-12
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-09-18
 Lugar de ensayo : LABSAF-AREQUIPA, Anexo Santa Rita de Siguan
 Fecha(s) de análisis : 2023/09/18 al 2023/10/30
 Cotización del servicio : 229-23-AQP
 Fecha de emisión : 2023-11-06

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU410-AQP-23	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	SUELO	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2023-09-12	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	11:30:00 a.m.	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	CONSERVADA	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Testigo	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC				
pH	unid. pH	0,1	5,6	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	211,0	-	-	-
Materia Orgánica (**)	%	0,5	27,3	-	-	-
Fósforo Disponible (**)	mg/kg	0,8	100,3	-	-	-
Potasio Disponible (**)	mg/kg	4,00	319,30	-	-	-
Carbonatos de calcio equivalente (**)	%	0,5	0,0	-	-	-
Sodio cambiabile (**)	Cmol/kg	0,10	1,49	-	-	-
Potasio cambiabile (**)	Cmol/kg	0,10	0,79	-	-	-
Calcio cambiabile (**)	Cmol/kg	0,20	64,95	-	-	-
Magnesio cambiabile (**)	Cmol/kg	0,10	2,69	-	-	-
Acidez Intercambiabile (**)	Cmol/Kg	0,10	0,60	-	-	-
Aluminio Intercambiabile (**)	Cmol/Kg	0,10	0,20	-	-	-
Nitrogeno Total Kjeldahl (**)	mg/g	0,10	13,12	-	-	-
Textura (**)						
Arena	%	--	54,5	-	-	-
Limo	%	--	33,1	-	-	-
Arcilla	%	--	12,4	-	-	-
Clase Textural	---	--	Franco	-	-	-



INFORME DE ENSAYO
N° 09118-23/SU/MOQUEGUA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : 71230150
 Propietario / Productor : Diana del Pilar Rivera Chipana
 Dirección del cliente : Asoc. 8 de Diciembre Mz Ñ2 Lot. 8, San Antonio-Mariscal Nieto-Moquegua
 Solicitado por : Diana del Pilar Rivera Chipana
 Muestreado por : Dato Interno del Cliente
 Número de muestra(s) : 1
 Producto declarado : Suelo
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa Plástica
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Panamericana Km 4.5 Sección Montalvo, Mariscal Nieto
 Fecha(s) de muestreo : 12/09/2023 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-09-12
 Lugar de ensayo : LABSAF-Moquegua
 Fecha(s) de análisis : 20/09/2023 al 25/09/2023
 Cotización del servicio : 094-23-MQA
 Fecha de emisión : 2023-09-25

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU288-MQA-23	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2023-09-12	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	10:00:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	T0	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC				
pH(**)	unid. pH	0,1	-	-	-	-
Conductividad Eléctrica(**)	mS/m	1,0	-	-	-	-
Materia Seca(**)	%	--	-	-	-	-
% Humedad(**)	%	--	9,61	-	-	-
Temperatura (**)	°C	--	21,5	-	-	-

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Ph (**)	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad (**)	ISO 11265:1994 First Edition/Cor1 1996. Soil Quality - Determination of the Specific Electrical Conductivity - Technical Corrigendum 1
Materia Seca (**)	Determination of dry matter content of plant tissue: Gravimetric Moisture

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
 (**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (***) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Director de la EEA Moquegua



Firma

Alembert Alberto Mendoza Ticona
Director de la EEA Moquegua

FIN DE INFORME DE ENSAYO

Anexo 8 – Informe de ensayo final de laboratorio



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

IE-2023-1984

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : DIANA DEL PILAR RIVERA CHIPANA
1.2 RUC o DNI : 71230150
1.3 Dirección : No Precisa

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : LODOS DE PTAR
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2023-11-23
2.5 Período de Ensayo : 2023-11-23 al 2023-12-01
2.6 Fecha de Emisión : 2023-12-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2023-11-20 / 2:00PM AL 2023-11-20 / 3:50PM
2.8 N° de cotización : COT-132700-SL23

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Materia Orgánica (MO)	Walkley Black (Volumetría Redox)
Nitrógeno Total	Digestión Kjeldahl
Fósforo, P ₂ O ₅ %	UV-VIS
Potasio, K ₂ O %	Absorción Atómica-Llama
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW Part 9221 F.2, 23rd Ed.


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

4. RESULTADOS
4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:

Código de Laboratorio	Descripción de muestras
S-2970	Lodo Residual+Aserrin T0R1 (c)
S-2971	Lodo Residual+Aserrin T0R2 (c)
S-2972	Lodo Residual+Aserrin T0R3 (c)
S-2973	Lodo Residual+Aserrin+EM Compost T1R1 (c)
S-2974	Lodo Residual+Aserrin+EM Compost T1R2 (c)
S-2975	Lodo Residual+Aserrin+EM Compost T1R3 (c)
S-2976	Lodo Residual+Aserrin+EM Agua T2R1 (c)
S-2977	Lodo Residual+Aserrin+EM Agua T2R2 (c)
S-2978	Lodo Residual+Aserrin+EM Agua T2R3 (c)
S-2979	Lodo Residual+Aserrin+MENDE T3R1 (c)
S-2980	Lodo Residual+Aserrin+MENDE T3R2 (c)
S-2981	Lodo Residual+Aserrin+MENDE T3R3 (c)

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-2970	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	67.74
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.39
	Fósforo, P ₂ O ₅	%	0.01	2.44
	Potasio, K ₂ O	%	0.01	0.15
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18
S-2971	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	69.48
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.47
	Fósforo, P ₂ O ₅	%	0.01	2.29
	Potasio, K ₂ O	%	0.01	0.15
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	7.00
S-2972	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	71.86
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.59
	Fósforo, P ₂ O ₅	%	0.01	2.79
	Potasio, K ₂ O	%	0.01	0.16
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	0.20

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1984

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-2973	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	69.72
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.49
	Fósforo, P2O5	%	0.01	2.40
	Potasio, K2O	%	0.01	0.17
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18
S-2974	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	69.17
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.46
	Fósforo, P2O5	%	0.01	2.05
	Potasio, K2O	%	0.01	0.15
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	35.00
S-2975	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	67.61
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.38
	Fósforo, P2O5	%	0.01	2.15
	Potasio, K2O	%	0.01	0.14
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	0.78
S-2976	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	68.57
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.43
	Fósforo, P2O5	%	0.01	1.98
	Potasio, K2O	%	0.01	0.15
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18
S-2977	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	69.47
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.47
	Fósforo, P2O5	%	0.01	2.43
	Potasio, K2O	%	0.01	0.14
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18
S-2978	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	69.68
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.48
	Fósforo, P2O5	%	0.01	2.06
	Potasio, K2O	%	0.01	0.15
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18
S-2979	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	70.58
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.53
	Fósforo, P2O5	%	0.01	1.96
	Potasio, K2O	%	0.01	0.15
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18

INFORME DE ENSAYO IE-2023-1984

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-2980	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	68.75
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.44
	Fósforo, P2O5	%	0.01	1.97
	Potasio, K2O	%	0.01	0.15
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	0.20
S-2981	Materia Orgánica (MO)*	%	0.01	71.29
	Nitrógeno Total*	%	0.01	3.56
	Fósforo, P2O5	%	0.01	2.16
	Potasio, K2O	%	0.01	0.16
	Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/g	0.18	<0.18

*Nota: Resultados expresado en base húmeda

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.



Instituto Nacional de Innovación Agraria

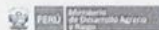
INFORME DE ENSAYO N° 11195-23/AB/ LABSAF - MOQUEGUA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Diana Del Pilar Rivera Chipana
 Propietario / Productor : Diana Del Pilar Rivera Chipana
 Dirección del cliente : Asociación 8 de Diciembre Mz N2 Lt 5-San Antonio-Mariscal Nieto -Moquegua
 Solicitado por : Diana Del Pilar Rivera Chipana
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 06 muestras
 Producto declarado : Abono Orgánico
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : San Antonio-Mariscal Nieto -Moquegua
 Fecha(s) de muestreo : 2023-11-23 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-11-23
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Moquegua
 Fecha(s) de análisis : 2023-11-29
 Cotización del servicio : 126-23-MQA
 Fecha de emisión : 2023-11-30

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	AB0484-MQA-23	AB0485-MQA-23	AB0486-MQA-23	AB0487-MQA-23	AB0488-MQA-23	AB0489-MQA-23		
Matriz Analizada	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico		
Fecha de Muestreo	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	10:46:00	10:50:00	10:54:00	10:58:00	11:02:00	11:06:00		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	To-R1	To-R2	To-R3	T1-R1	T1-R2	T1-R3		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	0,1	6,0	5,8	6,2	6,0	6,1	
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,1	491,7	545,2	505,5	537,8	504,2	551,2
Temperatura	°C	-	28,4	24,5	24,6	24,1	25,7	24,6
Materia Seca	%	-	48,4	47,5	48,5	49,5	47,9	48,0



LABSAF

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

Dirección: Panamericana Sur Km. 4.5 Sección Montalvo, Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua

Página 1 de 2
F-48 / Ver.04
www.inia.gob.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO N° 11196-23/AB/ LABSAF - MOQUEGUA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Diana Del Pilar Rivera Chipana
 Propietario / Productor : Diana Del Pilar Rivera Chipana
 Dirección del cliente : Asociación B de Diciembre Mz N2 Lt 8-San Antonio-Mariscal Nieto -Moquegua
 Solicitado por : Diana Del Pilar Rivera Chipana
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 06 muestras
 Producto declarado : Abono Orgánico
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : San Antonio-Mariscal Nieto -Moquegua
 Fecha(s) de muestreo : 2023-11-23 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-11-23
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF Moquegua
 Fecha(s) de análisis : 2023-11-29
 Cotización del servicio : 126-23-MOA
 Fecha de emisión : 2023-11-30

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AB0490-MQA-23	AB0491-MQA-23	AB0492-MQA-23	AB0493-MQA-23	AB0494-MQA-23	AB0495-MQA-23
Matriz Analizada	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico	Abono Orgánico
Fecha de Muestreo	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23	2023-11-23
Hora de Inicio de Muestreo (h)	11:10:00	11:14:00	11:18:00	11:22:00	11:26:00	11:30:00
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	T2-R1	T2-R2	T2-R3	T3-R1	T3-R2	T3-R3
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	6,0	6,2	6,0	5,9
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,1	490,1	428,1	488,3	511,0
Temperatura	°C	-	25,1	24,6	25,7	26,0
Humedad	%	-	46,0	45,3	47,4	45,5



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves
 Acreditado con la Norma
 NTP-ISO/IEC 17025:2017
 Dirección: Panamericana Sur Km. 4.5 Sección Montalvo, Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua

Página 1 de 7
 F-46 / Ver 04
 www.inia.gob.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO N° 11196-23/AB/ LABSAF - MOQUEGUA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition, 1994. Soil Quality, Determination of the Specific Electrical Conductivity
Temperatura	Medición Directa
Humedad	Determination of dry matter content of plant tissue. Gravimetric Moisture.


IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingresó la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
 - Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
 - Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
 - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
 - Este documento es válido solo para el producto mencionado anteriormente
 - El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
 - Medición de pH realizada a 25 °C
 - Medición de Conductividad realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente informe de ensayo ha sido autorizado por: Ing. Vianca Alejandra Méndez - Responsable del laboratorio LABSAF Moquegua

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL MOQUEGUA


Ing. ALEMBERT ALBERTO MENDOZA TICONA
DIRECTOR

Firma
Ing. Alembert Alberto Mendoza Ticona
Director EEA Moquegua

FIN DE INFORME DE ENSAYO