



Universidad César Vallejo

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

Aprovechamiento de cáscara de sachá inchi incorporando estiércol
de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost,
Banda de Shilcayo 2022

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

AUTORAS:

Mego Torres, Claidy Janely (orcid.org/ 0000-0001-7708-4298)

Rios Upiachihua, Ingri Lorena (orcid.org/0000-0002-0975-1463)

ASESOR:

Dr. Vallejos Torres Geomar (orcid.org/0000-0001-7084-977X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Ante todo, a Dios que está presente día a día en nuestras vidas, protegiéndonos, guiándonos en el camino, dando fuerzas para seguir adelante. A mis padres “Elson Mego Garcia y Lusgarda Torres Perez” por brindarme su soporte y amor incondicionalmente, formándome como una ciudadana de bien con valores bien puestos. Gracias Papá y Mamá por depositar su entera confianza y ser la motivación para alcanzar mis anhelos y a “Franco Antonio Mego Torres” por estar presentes siempre demostrando su protección como hermano mayor, gracias por tus cálidos abrazos. Como olvidar a cada uno de mis familiares y amigos que forman parte de mi vida, que estuvieron para brindarme su apoyo para lograr este objetivo, muchas gracias.

Claidy Janely Mego Torres.

Dedico con todo mi corazón a mis padres Royli Upiachihua Ruiz y Richard Rios Ligarza porque siempre estuvieron apoyándome en las buenas y malas gracias por brindarme sus apoyo y los grandes consejos que me sirvieron para ser la persona que soy hoy en día gracias madre mía por nunca dejarme sola por estar pendiente de mí y todo lo que estaba pasando y estar presente en mis decisiones que tomado , A mi compañero de vida Victor Elmer Ventura Chujutalli por brindarme su apoyo en cuidar y proteger a nuestra pequeña hija en los momentos más complicados por el apoyo emocional y brindarme la confianza, su amor y su tiempo necesario para seguir con mis sueños y no rendirme, asimismo a mis demás familiares que siempre estaban ahí alentando en una u otra forma, a mis amigos más cercanos por el apoyo emocional y comprensión en momentos difíciles, a mis compañeros de estudios ya que sin ellos la universidad no hubiera sido tan divertida muchas gracias a cada uno de ustedes.

Ingri Lorena Rios Upiachihua

Agradecimiento

A Dios por darnos salud, trabajo, fortaleza para seguir adelante y por haber puesto en el camino a grandes personas que estuvieron presentes, siendo el soporte y compañía durante estos 24 años. A mis padres “Elson Mego Garcia y Lusgarda Torres Perez”, por ser el sustento en mis momentos de incertidumbre y brindarme su amor incondicional. A mi hermano “Franco Mego Torres”, familiares y amigos por su gran espíritu y calidad humana que se dieron el tiempo para apoyarme física y emocionalmente.

Claidy Janely Mego Torres.

Agradecer a dios por brindarme la valentía necesaria para estar aquí luchando por mis sueños, por mandarme una familia que cree en mí, a mis queridos padres por forjar en mí un ejemplo de humildad, superación y sacrificio me enseñaron a valorar todo. Gracias a mi pareja Víctor por estar apoyándome emocionalmente para seguir adelante, gracias querida familia a cada uno de ustedes que me brindaban un poco de su tiempo para decirme que no debo rendirme. A mis amigas por el apoyo emocional que me brindan y estar presentes.

Ingri Lorena Rios Upiachihua.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.1.1. Tipo de Investigación	21
3.1.2. Diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo	23
	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	25
3.6 Método de análisis de datos.	31
3.7 Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIONES	51
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	57

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos para la producción de compost.	18
Tabla 2. Instrumentos utilizados.	21
Tabla 3. Diseño de ANOVA para el trabajo de investigación.	27
Tabla 4. Prueba de normalidad de datos	30
Tabla 5. Análisis de varianza de la concentración de pH.	31
Tabla 6. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de pH.	31
Tabla 7. Análisis de varianza de la Conductividad eléctrica.	32
Tabla 8. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para Conductividad eléctrica.	33
Tabla 9. Análisis de varianza de la concentración de Nitrógeno.	34
Tabla 10. Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Nitrógeno.	34
Tabla 11. Análisis de varianza de la concentración de Fósforo.	35
Tabla 12. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Fósforo.	36
Tabla 13. Análisis de varianza de la concentración de Potasio	37
Tabla 14. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Potasio.	37
Tabla 15. Análisis de la varianza de la concentración de Calcio.	38
Tabla 16. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Calcio.	39
Tabla 17. Análisis de la varianza de la concentración de Magnesio.	40
Tabla 18. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Magnesio.	40
Tabla 19. Análisis de varianza de la concentración de Materia orgánica.	41
Tabla 20. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Materia orgánica.	42
Tabla 21. Características de los T0, T1, T2 y T3 y repeticiones.	43
Tabla 22. Promedio de los parámetros evaluados de los tratamientos.	44

Índice de figuras

Figura 1. Obtención de las materias primas. A) Microorganismos eficientes y melaza. B) Recogiendo el agua cruda, en la vena de agua. C) Materias primas recogidas. D) Transporte de las materias primas.	25
Figura 2. Activación de microorganismos eficientes inactivos. A) Mezclando la melaza y el agua cruda. B) Mezclando los microorganismos eficientes en la mezcla del agua cruda y melaza. C) Cerrando el balde que contenía los microorganismos eficientes, melaza y agua cruda. D) Los microorganismos después de 7 días.	26
Figura 3. Mejoramiento del área de pilas. A) Armandos los letreros de cada tratamiento. B) Colocando la gigantografía. C) Rotulando las bolsas herméticas. D) Colocación de los letreros.	27
Figura 4. Volteos manuales de las pilas. A) volteo de las pilas, el día 17/ 04/ 2022. B) Volteo de las pilas, el día 24/04/2022.	28
Figura 5. Recolección de las muestras. A) Desinfectando la pala. B) Mezclando homogéneamente la pila. C) Recolectando la muestra de la pila. D) Realizando el pesado de la muestra.	29
Figura 6. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de pH.	34
Figura 7. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de conductividad eléctrica.	35
Figura 8. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Nitrógeno.	37
Figura 9. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de fósforo.	38
Figura 10. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de potasio.	40
Figura 11. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Calcio.	41
Figura 12. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Magnesio.	43
Figura 13. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Materia orgánica.	44

Figura 14. Valores de los parámetros estudiados. A) Concentración de pH. B) Concentración de conductividad eléctrica. C) Concentración de nitrógeno. D) Concentración de fósforo. E) Concentración de potasio. F) Conductividad de calcio. G) Concentración de magnesio. H) Concentración de materia orgánica.

48

Resumen

El compost conlleva a un desarrollo sostenible y aprovechar los residuos orgánicos disminuye los impactos ambientales. Se determinó el tratamiento óptimo y se analizó las características químicas del compost producido. La investigación tuvo como objetivo aprovechar la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost, las diversas mezclas de composición ayudan al cuidado y mejoramiento de las propiedades del suelo. El tipo de investigación fue aplicada nivel experimental porque se manipuló la variable independiente, se midió su efecto en la variable dependiente y se comparó los resultados con un testigo que es el T0 (sin microorganismos eficientes), y los tratamientos T1, T2 y T3 (con microorganismos eficientes) y 3 repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales, se utilizó la metodología Diseño Completamente al Azar y para el procesamiento de datos estadístico mediante el análisis de varianza ANOVA y las comparaciones múltiples de Tukey. Mediante esto se obtuvo los resultados, que las características de la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes son adecuadas para la producción de compost, el mejor tratamiento óptimo resultó el T2, los valores obtenidos de los parámetros son más adecuados y cumple con la normativa chilena de calidad de compost, las características del compost el T0, T1, y T2, los parámetro de pH, conductividad eléctrica y nitrógeno si hubo diferencias significativas, se demostró que la utilización de microorganismos eficientes si tuvo efecto, mientras los parámetros de fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica son significativamente diferentes.

Palabras Clave: Compostaje, cáscara, estiércol y microorganismos

Abstract

Compost leads to sustainable development, which takes advantage of organic waste and reduces environmental impacts. The optimal treatment was determined and the chemical characteristics of the produced compost were analyzed. The objective of the research was to take advantage of the sachu inchi husk by incorporating guinea pig manure and efficient microorganisms in the production of compost, the various composition mixtures help care for and improve soil properties. The type of research was applied at the experimental level because the independent variable was manipulated, its effect on the dependent variable was measured and the results were compared with a control that is T0 (without efficient microorganisms), and treatments T1, T2 and T3 (with efficient microorganisms) and 3 repetitions making a total of 12 experimental units, The Completely Random Design methodology was used and for the statistical data processing through the ANOVA analysis of variance and Tukey's multiple comparisons. Through this, the results were obtained, that the characteristics of the sachu inchi shell and the guinea pig manure are suitable for the production of compost, the best optimal treatment was T2, the values obtained from the parameters are more adequate and the characteristics of the compost the T0, T1, and T2, the parameters of pH, electrical conductivity and nitrogen if there were significant differences it was shown that the use of efficient microorganisms did have an effect, while the parameters of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and organic matter are significantly different.

Keywords: Composting, peel, manure and microorganisms.

I. INTRODUCCIÓN

El ser humano tiene como responsabilidad el cuidado del medio ambiente porque es donde desarrolla todas sus actividades (Kmoch, *et al.* 2018), lo que conlleva a preservar, proteger de cualquier tipo de contaminación (Savari y Gharechae, *et al.* 2020) y uno de ellos es el incremento de residuos orgánicos que causa problemas en el ambiente y en la salud de los seres vivos (Liakos, *et al.* 2018), esto se debe al incremento de la demanda de producción de alimentos y la utilización de los fertilizantes químicos para multiplicar la productividad de los cultivos (Nalluri y Karri, *et al.* 2018). Los fertilizantes químicos que utiliza el agricultor traen consigo riesgos en el suelo como infertilidad, disminución del rendimiento de producciones futuras (Yuan, *et al.* 2018). Estas son las razones por la que nace la búsqueda de nuevas alternativas y metodologías innovadoras para mejorar las propiedades del suelo, logrando fructificar productos alimenticios saludables y amigables para el medio ambiente (Wolfert, *et al.* 2017). Una de las alternativas más usadas es la producción de compost, que utiliza los residuos orgánicos domiciliarios, restaurantes, agrícolas, industriales y agroindustriales, entre otros (Cizeikiene, *et al.* 2018). Lo que provoca un desarrollo sostenible disminuyendo los impactos ambientales que puede llegar a causar los residuos (Twumasi, *et al.* 2017). La gran parte de las materias primas que son residuos de frutas, verduras, paja, cáscaras (mazorcas, rastrojos y hojas), diversos tipos de estiércol (ganado, aves y cerdo) y residuos domésticos (principalmente de cocina) entre otros (Vasquez-Osorio, *et al.* 2017). Por la cual nace la idea de encontrar un resultado satisfactorio sobre el manejo adecuado de la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes para producción de compost así dando una mejor alternativa de uso (Khedkar, *et al.* 2017). La planta de sachá inchi es conocida como un cultivo aprovechable y es productora de ácido láctico (Wang, *et al.* 2018). Por lo que surge el problema general ¿Cómo será el aprovechamiento de la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost, Banda de Shilcayo 2022, **P1**: ¿Cuál será el tratamiento óptimo en la producción de compost aprovechando la cáscara

de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes?, **P2:** ¿Cómo serán las características químicas del compost producido por la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes? De modo que se plantea la justificación teórica, la elaboración de compost es una alternativa positiva para conservar y preservar las propiedades del suelo por lo que se busca aprovechar la cáscara de sachá inchi como materia prima para su producción, el residuo de cascara actualmente no tiene un uso definido, en su mayoría solo es sobra de las semillas después de la extracción de aceite, de manera que se utilizará conceptos claros de artículos de guía sobre el proceso que requiere realizar un compost, es un tema que abunda de mucha información porque es una técnica muy conocida que reemplaza los fertilizantes químicos, el abono orgánico de buena calidad, no son perjudiciales para el suelo es un fertilizante natural que mejora y conserva las propiedades, es elaborado a base de residuos orgánicos, lo que disminuye la contaminación ambiental, asimismo en la justificación ambiental, es la obtención de compost de los residuos de cáscara de sachá inchi es una alternativa innovadora porque es una materia prima que se degrada en un largo tiempo y controlar este residuo para elaborar el compost en un corto periodo de forma que se incorpore nuevamente a la naturaleza como fertilizante natural la cual es un gran desafío, pero al mismo tiempo podría lograr gran satisfacción y energía del medio ambiente para dejar de utilizar fertilizantes químicos que disminuye la utilidad positiva del suelo lo que produce desgastes de las producción de los futuros cultivos porque el compost maduro tiene grandes beneficios para suelo, también incluimos la justificación metodológica, que es aprovechar la cáscara de sachá inchi en la obtención de un compost maduro lo que significa obtener buenos resultado de calidad favoreciendo al suelo mejorando o manteniendo sus propiedades saludables, para obtener estos resultados se realizara cuatro tratamientos aplicando microorganismos eficientes, la cual contará con tres repeticiones así se lograra tener más autenticidad y verificar cuál de los tratamientos resulta más eficaz logrando obtener un compost de calidad que resulte beneficioso para el suelo y el medio ambiente, por último la justificación económica, el compost no solo es

un fertilizante natural que aporta mucho al suelo, sino que es una técnica muy económica que no necesita una cantidad elevada de dinero para desarrollarse, un método muy factible y la información está a la disponibilidad de toda la población, cómo elaborar un compostaje, del mismo modo la cáscara de sachá inchi es un residuo que se puede encontrar en las empresas productoras de aceite y muchas de estas empresas no realizan ningún ingreso económico de este residuo, la cual este proyecto no solo beneficia al medio ambiente logrando disminuir la cantidad de residuos sin ningún uso, sino también a la mayoría de la población y grandes empresas que deseen utilizar estos residuos, elaborando su propio compost y tener más ingresos. Entonces se plantea el objetivo general: aprovechar la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost, Banda de Shilcayo 2022, **OE1:** Determinar el tratamiento óptimo en la producción de compost aprovechando la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes, **OE2:** Analizar las características químicas del compost producido por la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes, asimismo la hipótesis general: el aprovechamiento de la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes influye significativamente en la producción de compost, **HE1:** El tratamiento óptimo es significativo en la producción de compost aprovechando la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes, **HE2:** Las características químicas del compost producido depende significativamente por la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes.

II. MARCO TEÓRICO

Síntesis de antecedentes a nivel internacionales:

Ayilara, *et al.* (2020), En su investigación se basó en la gestión de residuos a través del compostaje: desafíos y potencias en el compostaje, es importante en la agricultura porque permite reciclar los desechos agrícolas, el objetivo es cambiar el mal manejo de los desechos y aprovecharlo con la técnica del compostaje, el método se desarrolló en Bangalore India, fomentando el compostaje de excretas y desechos, con el método de excavación de un metro de profundidad donde se depositaron todos los residuos orgánicos, se demostró que el método libera el CO₂ al ambiente algunas veces causa malos olores y llegó a los resultados, que un incorrecto proceso afecta a la salud se debe tener en cuentas distintas opciones de un buen manejo y estar en un constante monitoreo obteniendo un buen efecto.

Kawasaki, *et al.* (2020) se basó en la evaluación del valor en fertilizantes incorporando residuos orgánicos para elaborar un abono orgánico adecuado para las plantas, en cual, obtuvieron dos tratamientos con el objetivo de evaluar cuál de ellos es más efectivo, entonces realizaron el método de utilizar diferentes estiércol de animales, logrando obtener diferentes resultados esto se llevó a cabo en el Instituto de Investigación de Medio Ambiente y Agricultura , Prefectura de Osaka, que demostró la cantidad de nitrógeno, potasio y fósforo que obtuvo llegando a la conclusión de que el tratamiento a y b fueron resultados similares pero en cuestión de nitrógenos obtuvieron todos el mismo resultado en cambio los otros parámetros tuvieron diferentes resultados con valores similares pero no iguales.

Ayanfe, *et al.* (2019), Se realizó la Investigación y Capacitación Agrícolas, Moor Plantation Ibadan en Nigeria, la disponibilidad de nutrientes de una composta acelerada para la producción de maíz en dos tipos de suelo se evaluó al maíz en diferentes suelos, con fertilizante mineral y compost, logrando obtener conclusiones del proceso más efectivo se tuvieron 8 tratamientos de fertilizantes por 2 tipos de suelo, por 3 repeticiones el objetivo es buscar soluciones más rápidas para un mejor compostaje el método del compost trae consigo algunos

microorganismos lo que hace más rápido la descomposición de materias orgánicas, el resultados fueron muy notorios hubo grandes diferencias en la planta de maíz como en el tamaño de sus hojas, en el tallo y tuvo diferencias significativas lo cual da entender que no todos los tratamientos son iguales, de acuerdo a todos los análisis tuvieron resultados que el N, P y K de la planta de maíz aumentó en los dos suelos, y el AC también tuvo un resultado favorable en la absorción de P y K en lo cual se puede concluir que los nutrientes del compost acelerado y el compost convencional dieron un resultado similar aunque tuvo la diferencia de menos duración.

Peralta, *et al.* (2019), Investigó los beneficios del compost y bokashi con microorganismos eficientes: en los cultivos de brócoli, con el objetivo de ver los efectos de la producción de materia fresca y seca, con los fertilizantes y sin ellos. El estudio fue de la universidad federal de vigosa - Brasil, el método del compost se realizó movimientos mensuales mientras al bokashi solo una vez al día y los microorganismos fueron capturados en la misma zona. Los resultados mostraron una gran cantidad de materia seca sin fertilizantes orgánicos, mientras el compost y bokashi aplicando los dos o individualmente muestran mayor materia fresca y los microorganismos eficientes con compost tienen mayor efecto en la materia fresca.

Benítez, *et al.* (2019), investigó las características física y químicas de la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y las forma de aprovecharlas como subproductos agroindustriales, la mayoría de las cosechas son destinadas a la producción de aceite lo que genera los residuos de cáscara y torta prensada, el objetivo fue analizar la composición química de la cáscara logrando fomentar una alternativa agroambiental las semillas fueron aportes de la microempresa ECHZ de la región valle del guamuez, putumayo - Colombia, la metodología fue analizar el polvo de la cáscara de la semilla después de moler obtenidos manualmente, las semillas fueron escogidas de forma aleatoria. Los resultados demostraron fibra 77.8%, Cenizas 1,75% de mayores cantidades de potasio 3736,2 mg/kg, calcio 2668,2 mg/kg y por último 684,7 mg/kg de magnesio lo cual fueron las esperadas ya que se encontraron en grandes proporciones en el tejido vegetal.

Romero, *et al.* (2018), su investigación elaboró un abono orgánico a partir de la cáscara de la semilla del árbol de neem, empezó analizando la composición química de la cáscara eligió dos procesos de compostaje: aeróbica y anaeróbica. Finalizó con la obtención del abono orgánico del mismo modo se analizó las características de los productos finales, el objetivo fue desarrollar el beneficio de dicha cáscara para un adecuado abono se analizó los siguientes parámetros que son fósforo, potasio y Magnesio, calcio como secundarios los micronutrientes sodio, Zinc, Hierro, carbono orgánico y cobre, asimismo el contenido de humedad y cenizas. El área de estudio se llevó en la universidad de carabobo, valencia - Venezuela, los procedimientos se realizaron mediante el método de Kjeldahl modificado método colorimétrico azul de molibdeno, mediante la norma covenin los métodos se basaron en la espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados obtenidos por medio de los análisis químicos fue el contenido de la cáscara: fósforo 0,14% nitrógeno 0,61 %, y potasio 0,10 %, del compostaje elaborado fueron: nitrógeno (0,73 %), fósforo 0,22 % y potasio 1,9 %, en el compost 1, en tanto al compost 2 obtuvieron y nitrógeno 0,80 %, fósforo 0,78 % y potasio 3,54%, y concluyeron que si pueden llamar abono a este proceso.

Fan, *et al.* (2018) Evaluación de Microorganismos Efectivos en el compostaje de residuos orgánicos encontraron la manera para reducir los residuos que hoy por día se encuentra, con el objetivo de analizar cuál es la reacción del microorganismos eficientes que causa en compost de alimentos entre otros, utilizando el método de muestreos variados y así tener diferentes muestras para el efecto adecuado del compostaje y ver un resultado satisfactorio, en Estados Unidos se desarrollaron el compost con y sin microorganismos para ver los resultados de ambos lo cual concluyeron que ambos tratamientos se diferencian que el que agregaron EM tiene mayor humedad y no presentaba mal olor en cambio el sin EM obtuvo un pH (7) con olor a tierra la muestras tuvo una duración de 2 meses y entonces el resultado fue similar ya que no presentan gran diferencias solo que el que obtuvo microorganismos eficientes tiene más nitrógenos y ayudar o no percibir malos olores.

Síntesis de antecedentes de nivel nacionales:

Espinoza, *et al.* (2021), estudio los microorganismos eficientes en la elaboración de compost del subproducto agroindustrial de la fibra de la palma de aceite se realizó C.P de boquerón ,departamento de Huánuco entre julio a octubre del 2019, tuvo como objetivo como es el desarrollo de microorganismos eficientes con parámetros físicos para una buena descomposición de la materia prima y de tal manera tener en cuenta la cantidad y nutrientes del compost a base de la palma aceitera con facilidad tanto en lo ambiental, social, financiero y técnico aplicaron de forma experimental la aplicación de los EM los residuos de la palma ver su degradación para obtener el tan esperado compost, obteniendo resultados de los dos tratamientos de forma que el tratamiento número uno tuvo cuatro repeticiones con microorganismos eficientes y el segundo tratamiento solo tuvo una repetición que era el testigo, la cual se utilizó 500 kg por cada tratamiento, se realizó mediante el análisis de varianza, ANOVA al compost y el final del proceso se obtuvo el F calculado ni supera al F tabulado.

Angoma y Farfán, *et al.* (2021) estudiaron el efecto de la fertilización orgánica mineral sobre la producción de maíz morado (*Zea mayz* L.), utilizaron el estiércol de cuy como abono que tiene beneficios positivos como mejoramiento de las propiedades del suelo por su alto contenido de nutrientes. La crianza de cuy está en aumento por su elevado consumo en la zona urbana lo que provoca un incremento del estiércol el uso directo del estiércol es limitado porque provoca efectos no favorables por lo que se recomienda un compostaje adecuado, lo cual ayuda de manera significativa a utilizar muchos agroquímicos y de esa manera valorar la agricultura orgánica, pensar en la mejoría y la seguridad alimenticia en todas las familias que día a día trabajan en la producción de maíz morado, tuvo como objetivo analizar el efecto del mineral del maíz morado, lo cual se realizó en la Comunidad de Rurunmarca, Región Huancavelica de noviembre del 2019 a mayo del 2020 ahí realizaron la evaluación de 6 fertilizantes los cuales fueron: AO 75% + NPK 25%; AO 50% + NPK 50%; AO 25% + NPK 75%; AO 100% + NPK 100%; AO 100%; NPK 100% y el único testigo con métodos de gran importancia lo cual se ordenaron de distintas maneras lo cual hicieron siete tratamientos de tres bloques y utilizaron la fertilización con abono orgánico del estiércol de cuy, sintético y fueron evaluadas cada uno de los tratamientos, la

metodología fue mediante la varianza ANOVA con la diferencia de medias con Tukey = 0,05, lo cual dio como resultado que no todos fueron igual los tratamientos ya que se fertilizo 25% de abono más 75% de NPK y resulto 128,00 mazorcas/UE, en cambio con 50% de orgánico más,50% NPK, salió 127,33 mazorcas/UE entonces con 100% de abono orgánico y 100% de NPK hay,123,67 mazorcas/UE se obtuvo con grandes cantidades mazorcas, sobrepaso los números de la utilización, con 100 % de NPK 122,33 mazorcas/UE, mientras en la variación del testigo produjo el menor número de mazorcas.

Quiñones, *et al.* (2021), investigó la agricultura urbana en sistema de bolsas, como fertilizantes químicos y orgánicos (Azolla y estiércol de cuy), con el objetivo de evaluar el rendimiento, crecimiento y calidad para cultivar la papa del distrito de jacobo hunter en Arequipa, la metodología fue experimental completamente al azar con análisis de varianza, los cinco tratamientos y un testigo (estiércol de cuy, azolla y combinaciones), los resultados dieron a mostrar que si existió diferencias significativas en todos los tratamientos, pero recomendó realizar más investigaciones sobre el tema.

Melendrez y Sánchez, *et al.* (2019), se encaminó al desarrollo del proceso de compostaje de residuos orgánicos, con la utilización de microorganismos eficientes distrito de cacatachi, departamento de san martín, tuvo el objetivo de evaluar las consecuencias de utilizar los microorganismos eficientes con la utilización del diseño experimental completamente al Azar, T0, T1, T2 y T3 y 3 repeticiones con parámetros estudiados pH, temperatura y humedad, se mantuvieron correctamente pero NPK, cadmia, humedad, materia orgánica, carbono orgánico de los cuatro tratamientos no fueron aptos para la normativa de la calidad de compost chilena, pero el más óptico que se acercó a la normativa fue T2 y T3, en cambio el T2 se utilizó una cantidad mínima de microorganismos que el T3, por lo que el adecuado es T2.

Teoría:

Un compost saludable es de color marrón oscuro o negro tiene un olor terroso, no contiene olores desagradables y el tamaño de la partícula debe ser 1.2 cm, a pesar de ser almacenado, sigue conservando su eficiencia y el pH debe

encontrarse entre 6.0 - 7.8 (Saha, *et al.* 2020), mientras un compostaje mal elaborado trae impactos desfavorables para el suelo (Mikula, *et al.* 2020). El proceso del compost tiene cuatro fases y la duración de cada etapa depende de la composición inicial de material orgánico (Arab y McCartney, *et al.* 2017), la primera etapa es la fase mesófila es donde la temperatura está entre 15 °C y 45 °C pero los hongos mesófilos como las levaduras y los mohos así mismo las bacterias productoras de ácido que aparecen en la fase logran un crecimiento óptimo en el rango 30 °C a 39 °C, estas especies son las dominantes en la descomposición como la degradación de varios compuestos aminoácidos azúcares y otros componentes simples (Gurmessa, *et al.* 2021), la segunda etapa es la fase termofílica, la que se encarga de la destrucción de la materia orgánica (grasas, celulosa, hemicelulosas y algo de lignina) por microorganismos termofílicos representados principalmente por hongos y bacterias termófilos que crecen en temperatura entre 40 °C y 80 °C, que reemplazaron a los mesófilos a medida que el carbono se agota la temperatura disminuye gradualmente se va preparando para la siguiente etapa (Sun, *et al.* 2019), la tercera etapa, es la fase de enfriamiento o mesófila II, es la degradación del carbono y nitrógeno donde la temperatura se reduce de nuevo entre los 40 - 45 °C, sigue la descomposición de polímeros (celulosa) y es donde se vuelve visible varios hongos (Onwosi, *et al.* 2017), al reducir la temperatura a 40 °C los organismos mesófilos retornan y el pH empieza a descender despacio manteniendo su alcalinidad (Alvarado Dávila y Hernández Sierra, *et al.* 2018) y la cuarta etapa es la última fase de enfriamiento, es un proceso largo que se prolonga varias semanas y se caracteriza por una temperatura baja de los 25 ° C debido al agotamiento de los sustratos la actividad microbiana de los termófilos cesa y los mesófilos ahora están volviendo para degradar los materiales orgánicos sobrantes (Meng, *et al.* 2018). Recortar el tiempo de descomposición de los residuos orgánicos se suele utilizar diferentes tipos de microorganismos eficientes: Las bacterias ácido lácticas, se produce a partir de la fermentación de productos como yogur, queso, ensilajes, bebidas y cerveza (Mora-Villalobos, *et al.* 2020), las bacterias fotosintéticas utilizan moléculas orgánicas como fuente de carbono extraído de las raíces de las plantas las cuales emplean la energía solar y suelo (Liu, *et al.* 2020), las levaduras son capaces de utilizar diversas fuentes como la glucosa,

hidrolizado, sacarosa, maltosa, galactosa, suero alcohol y fructosa (Freimoser, *et al.* 2019), los actinomicetos, conocidos como actinobacterias, se fragmentan en elementos bacterianos que se encuentran en un micelio ramificado que solubilizan la pared celular de las plantas, insectos y hongos (Bhatti, *et al.* 2017) los compuestos son porque su contenido mínimo UFC/mL en bacterias acidolácticas $> 1,0 \times 10^5$, bacterias fototróficas $> 1,2 \times 10^5$, levaduras $> 1,1 \times 10^5$ y enzimas 4, su utilización tiene varios efectos positivos en el suelo (Zheng, *et al.* 2018). El producto tiene múltiples fines como degradar la materia orgánica y disminuye olores desagradables, se puede mezclar con fertilizantes y aceites minerales lo cual no es igual la compatibilidad con el cloro, sulfato de cobre, oxidantes, desinfectantes y pesticidas (Onwosi, *et al.* 2017). Se encuentra inactivo para poder ser preservado por mucho tiempo, la activación se realiza con 5% de EM•COMPOST® y 5% de la melaza con 90% de agua limpia de preferencia en un envase que tenga buena protección y adecuado, lo cual empieza a fermentar la mezcla en una semana, cuando el olor es agrisado y un pH de 3.5 o menos es porque la activación del proceso ya está completado no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados y el contacto con este producto no es dañino para el ambiente ni a la salud de las personas o animales, asimismo el sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), fue reconocida recién en el año 1753 por el naturalista Linneo en el Perú, que tiene el significado “silvestre” que es igual a sacha y “maní” es inchi, es una planta productora de aceite (oleaginosa) (Comisión Nacional contra la Biopiratería, 2018). La planta es trepadora semi leñosa tiene hojas de color verde oscuro las flores son masculinas y femeninas son pequeñas en racimos de colores blanquecinas, mientras el fruto es de color verde y marrón de forma estrellada la cual presenta de 4 a 7 lóbulos, la cual contiene capsulas y mientras estas contienen las semillas contienen las almendras, esta tiene 50% de aceite, a partir de la elaboración de aceite se obtiene los residuos sólidos que son la cáscara y la torta prensada, la torta se utiliza para fabricar harina que resulta un alimento de gran calidad, por sus niveles de proteínas (Torrijos, Calvo Dopico y Soto, *et al.* 2021), mientras la cáscara se plantea aprovechar en la producción de compost, porque tiene propiedades y características fisicoquímicas

provechosos, la cual resultaría una compost de buena calidad y eficiente para el mejoramiento del suelo (Pergola, *et al.* 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Es de tipo aplicada que tuvo como objetivo aprovechar la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost generando conocimiento sobre la aplicación directa e inmediata (Peffer, *et al.* 2018). La investigación es de nivel y alcance descriptiva, con un enfoque cuantitativo, porque recopiló todos los datos con la finalidad de poder organizar, tabular y representar la información obtenida, haciendo uso la estadística descriptiva” (Álvarez-risco, *et al.* 2020).

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño experimental, porque se manipuló y controló la variable independiente y variable dependiente para medir las variaciones asociadas (Magid, *et al.* 2018). La investigación presentó un gran valor agregado a la ingeniería ambiental, porque tuvo como finalidad evaluar el grado de eficiencia de los microorganismos eficientes en el proceso de degradación de la cáscara de sachá inchi para la extracción de compost. En la investigación se aplicó un diseño experimental que utilizó el método de compostaje en pilas estáticas aireadas porque no requiere tener un área grande de tierra para su elaboración, pero la aireación es esencial para un adecuado proceso (Lu, *et al.* 2021) se manipularon las variables en relación con causa y efecto. El tipo de diseño está conformado por dos grupos: control y experimental, el experimento consta de 4 tratamientos T0, T1, T2, T3 y 3 repeticiones, obteniendo en total 12 unidades experimentales y el diseño será completamente al azar (DCA).

Tabla 1. *Tratamientos para la producción de compost.*

	Materia Orgánica	Materia Orgánica	Tratamiento	Cantidad
N°	Cáscara de sachá inchi	Estiércol de cuy	Microorganismos Eficientes Comerciales activados.	Kg
T0	20 Kg	10 kg	0 L	30 Kg
T1	20 Kg	10 kg	3 L	30 Kg
T2	20 Kg	10 Kg	5 L	30Kg
T3	20 Kg	10 Kg	7 L	30 Kg

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: La cáscara de sachá inchi, este residuo es producido por las empresas productoras de aceites de sachá inchi y agricultores que cultivan estas plantas y tienen ganancias económicas, lo que provoca en su mayoría el aumento de este residuo que es la cáscara de sachá inchi, por lo que se busca alternativas de solución sobre el aprovechamiento de este producto ya que actualmente no tiene ningún principal uso (Mohd-Yusuf, *et al.* 2017).

Variable dependiente: Compost, es un proceso que transforma la materia orgánica en abono natural que es de gran importancia, porque utiliza los residuos orgánicos logrando ser aprovechados y ser beneficiosos para el suelo y el medio ambiente (Mu, *et al.* 2017) (Anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Se obtuvo 240 kg de cáscara de sachá inchi de la “empresa Agroindustria Amazónica” en el distrito de la Banda de Shilcayo departamento y provincia de San Martín. La empresa realiza la compra de semillas de sachá inchi a varios de sus abastecedores de la provincia para la elaboración de aceite. La empresa utiliza 1500 kg de semilla de sachá inchi por día para su producción lo que le resulta de 600 a 700 kg de residuos de cáscara.

3.3.2. Muestra

El estudio se realizó en el fundo “Los abuelos” que pertenece al sector Lohnito, que está cerca a localidad del centro poblado de bello horizonte del distrito de Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín, el área contó con 30 m², cada pila tuvo 1 m² con una altura de 30 cm; se utilizó 20 kg de cáscara de sachá inchi incorporando 10 kg de estiércol de cuy y microorganismos eficientes en diferentes dosis, la investigación contó con cuatro diferentes tratamientos y tres repeticiones, en total se realizó 12 pilas de compostaje.

3.3.3. Muestreo

La muestra se recolectó de las 12 pilas, en una bolsa hermética, el peso de cada muestra fue de 500 g la cual se pesó en una balanza de 20 kg, las muestras se llevó al laboratorio del instituto de cultivos tropicales, cuando tuvieron 61 días del proceso de compostaje, para el control de los parámetros físicos y químicos, además se llevó a cabo volteos manuales de todas las pilas por medio de una lampa para una mejor aireación la cual se hizo una vez a la semana los días domingos; la pila no era de una gran cantidad por lo que no se removió varias veces a la semana, debido que era esencial que alcance su temperatura en cada fase, logrando mantener su proceso de descomposición para la obtención del compost.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó documentos verídicos, donde se conoce el proceso de elaboración del compost, las cuales fueron de páginas reconocidas como, Science Direct, Google Académico, scopus entre otros, gracias a ello se obtuvo ideas claras, así logrando seleccionar la variable que se utilizó, obteniendo una buena técnica, para el desarrollo de la investigación y conseguir alcanzar los resultados que se quiere obtener (Castro-Márquez, *et al.* 2017). Los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de recopilación de datos extraídos del laboratorio lo cual se hizo un ingreso sistemático de cada uno de los valores obtenidos del laboratorio las cuales se definieron en la operacionalización de variables. Para que el proyecto sea válido y seguro, se utilizaron técnicas e instrumentos de esa manera se requiere la aprobación de los formatos de un laboratorio con instrumentos certificados en los estudios verificados correctamente con especialistas profesionales que brindarán el servicio requerido.

Tabla 2. Instrumentos utilizados.

<u>Nombre</u>	<u>Concepto</u>	<u>Método</u>	<u>Referencia</u>
Higrómetro	Instrumento para medir la humedad.	Analiza la textura de los suelos.	(Wei et al., 2018)
Balanza electrónica	Instrumento para medir la masa de los productos.	Determinar el peso exacto	(Moniri et al., 2021)
Termómetro digital	Instrumento para medir la temperatura del suelo.	Medir el grado de temperatura del proceso de compost.	(Shi et al., 2018)
pH Metro	Instrumento para medir la alcalinidad o acidez.	Medición del ph del proceso del compost.	(Power, Moore y O'Connor, 2017)

3.5. Procedimientos

3.5.1. Área de estudio

Se realizó en el fundo “Los Abuelos” en el sector Loshnito, que se encuentra a 20 minutos en moto, del centro poblado Menor Bello Horizonte que pertenece al Distrito de la Banda de Shilcayo, en la Provincia y Departamento de San Martín, su clima es cálido y el promedio de la temperatura más alta es de 31,16 °C la temperatura más baja está entre los 21,40 °C y la temperatura media corre entre los 26,28 °C mientras la precipitación más alta se da en febrero con 329,60 mm, la menor precipitación se da en el mes de agosto con 81,90 mm y el promedio de la precipitación media es 2,705.61 mm (Anexo 2).

3.5.2. Materiales para la elaboración de las pilas

Los materiales que se utilizó fue 1 balde de 20 litros, 1 timbó de 50 litros, 1 lampa, 1 fumigadora, 12 letreros, 1 balanza, 1 martillo, 1 machete, ¼ kilo de clavos, 20 m plástico delgado, 1 wincha de 50 metros, 1 jarra de 250 litros, 1 caja de bolsas herméticas, 50 Hojas bond, 1 lapicero, 1 tijera, 1 caja guantes, 1 caja de mascarillas, 1 alcohol, 1 papel toalla, 1 cuaderno de apuntes, 1 cámara fotográfica.

3.5.3. Obtención y transporte de las materias primas para el compost

Cáscara de sachá inchi

La empresa Agroindustrial Amazónica que se encuentra ubicado en el distrito de banda de shilcayo, brindó la cáscara de sachá inchi, después de una de sus producciones de aceite, la empresa cuenta con varios abastecedores de semilla, pero la investigación solo solicito 240 kg de cáscara, para la empresa no era demasiada cantidad, lo que requirió sólo uno de sus abastecedores de manera que todas las semillas provinieron de un mismo lugar.

Estiércol de cuy

El fundo “Reátegui” ubicado en la Provincia de Lamas, es una microempresa que se dedica a la crianza de animales como cuy, patos, entre otros. Antes de recoger el estiércol de cuy se hizo las coordinaciones previas, sobre la cantidad que se requería y cuantos días llevaría recolectar 120 kg de estiércol de cuy, finalmente obtuvimos el estiércol de cuy fresco a siete días después de la previa coordinación.

El agua bruta o agua cruda

Se recolectó 20 litros de agua cruda de una vena de agua que filtra a la superficie se encuentra por la nueva vía de evitamiento y está a la disponibilidad de toda la población, en el Distrito de la Banda de Shilcayo.

Microorganismos Eficientes Comerciales Inactivos

Es un producto que lleva muchos años en el mercado por su eficiencia y economía, que resulta factible su localización, 1 litro de microorganismos eficientes se obtuvo de la empresa micro vida E. I. R. L., que está ubicada en el Jr. San Martín del Distrito de la Banda de Shilcayo.



Figura 1. Obtención de las materias primas. A) Microorganismos eficientes y melaza. B) Recogiendo el agua cruda, en la vena de agua. C) Materias primas recogidas. D) Transporte de las materias primas.

3.5.4. Activación de los Microorganismos eficientes inactivos

En un balde de 20 litros, se procedió a mezclar $\frac{1}{2}$ Kg de melaza y 1 litro de microorganismos eficientes comerciales inactivos con 15 litros de agua cruda, una vez mezclado homogéneamente se procedió a llenar el balde hasta

completar los 20 litros de agua cruda, luego se tapó herméticamente el recipiente por siete días, así favoreciendo la fermentación, transcurrido el periodo se observó que la superficie del preparado presentó una “nata” y un olor agridulce siendo indicadores que los microorganismos eficientes se encontraban activados, logrando obtener 20 litros microorganismos eficientes comerciales activados, de manera que se procedió a utilizar 1 litro de estos, para volver a ser mezclado homogéneamente con 20 litros de agua potable, la cual no era necesario que sea agua cruda porque los microorganismos se encontraban activos, pero la mezcla nueva solo utiliza los microorganismos eficientes activos y únicamente requería hacerlo cuando se tenía que aplicar a las pilas de compostaje.



Figura 2. Activación de microorganismos eficientes inactivos. A) Mezclando la melaza y el agua cruda. B) Mezclando los microorganismos eficientes en la mezcla del agua cruda y melaza. C) Cerrando el balde que contenía los microorganismos eficientes, melaza y agua cruda. D) Los microorganismos después de 7 días.

3.5.5. Instalación de las pilas

Selección de materias primas

Se seleccionó que la cáscara y estiércol de cuy no contiene ninguna impureza como vidrios, papeles, alambres, bolsas, etc., que puedan perjudicar el proceso de descomposición de los residuos.

Pesado de las materias primas

De los 240 kg de cáscara de sachá inchi que se tuvo, se procedió a pesar 20 kg por cada pila de compostaje de la misma manera del estiércol de cuy, que se tuvo 120 kg se condujo a pesar 10 kg para cada pila de compostaje.

Colocación de las pilas de compostaje

La cáscara de sachá inchi se colocó en las zonas que se designó para cada pila de compostaje después se procedió a colocar el estiércol de cuy sobre la cáscara de sachá inchi y se mezcló homogéneamente.

Aplicación de microorganismos eficientes

El método de aplicación fue mediante la técnica de aspersión mecánica con la ayuda de una fumigadora de capacidad de 20 litros, se aplicó de acuerdo a lo estipulado por cada tratamiento, el remojo de las pilas con los microorganismos eficiente, solo se realizó una vez a la semana los días domingos, a partir de las 7.00 am.

3.5.6 Mejoramiento del área de las pilas.

Se colocó los carteles que indicaba el nombre del tratamiento, la repetición, el peso, altura, área, para tener un reconocimiento sin ningún error, así mismo se ubicó una gigantografía con los datos personales de la investigación, los investigadores y asesor, de igual manera se cerró el área con una manta color verde para evitar cual interacción con animales de la zona.

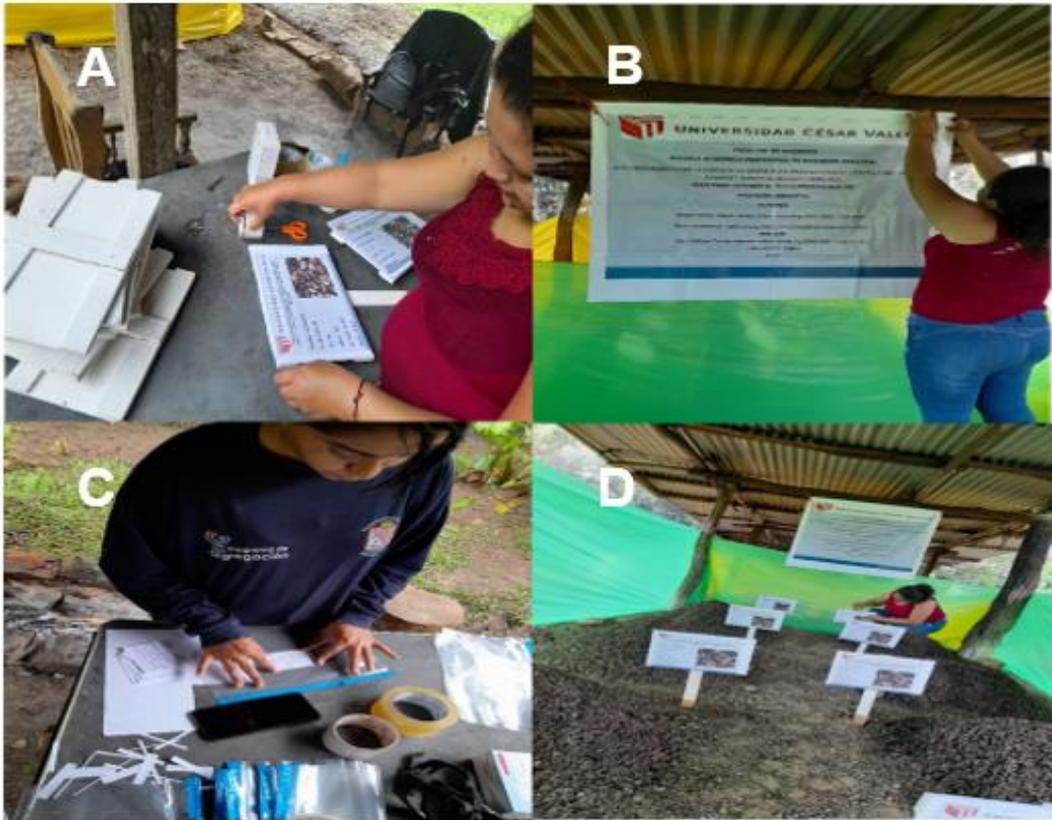


Figura 3. Mejoramiento del área de pilas. A) Armandos los letreros de cada tratamiento. B) Colocando la gigantografía. C) Rotulando las bolsas herméticas. D) Colocación de los letreros.

3.5.7. Volteos de las pilas

Se realizó una vez a la semana, los días domingos con una pala, la cual se desinfectaba antes de remover cada pila de compostaje.



Figura 4. Volteos manuales de las pilas. A) volteo de las pilas, el día 17/ 04/ 2022. B) Volteo de las pilas, el día 24/04/2022.

3.5.8. Extracción de las muestras para el Análisis de parámetros Desinfección de los materiales a utilizar

Se utilizó bata, guantes y mascarilla para tener solidez que no se contaminó las muestras al momento de extraer, después se empezó desinfectando la pala con papel toalla y alcohol de 96° para mayor seguridad, la cual se procedió a repetir el procedimiento antes de la extracción de cada pila de compostaje y no ser contaminado por otras sustancias, así obteniendo una mezcla homogénea y limpia, logrando obtener una muestra en perfectas condiciones.

Recolección de las muestras

Se extrajo 500 g de cada pila de compostaje, que fue colocada en una bolsa hermética, la cual se utilizó una balanza de 20 kg para su respectivo pesado y se rotuló con su debido tratamiento, de manera que se procedió a transportar al laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales.



Figura 5. Recolección de las muestras. A) Desinfectando la pala. B) Mezclando homogéneamente la pila. C) Recolectando la muestra de la pila. D) Realizando el pesado de la muestra.

3.6 Método de análisis de datos.

Se utilizó la estadística descriptiva, brindó ayuda para ordenar y analizar los datos, así se logró obtener las tablas de los resultados y compararlas con los instrumentos de gestión ambiental. Además, la estadística descriptiva también ayudó a proyectar figuras tales como gráfico de barras y gráfico de dispersión. Se realizó la prueba de normalidad de datos para poder determinar su distribución paramétrica. Se eligió la prueba de Shapiro-Wilks debido a que nuestros datos no superan los 50. Para determinar la existencia de normalidad en los datos el p-valor debe ser mayor al nivel de significancia ($p\text{-valor} > 0,05$), de lo contrario los datos no serán normales ($p\text{-valor} < 0,05$). Para esta investigación se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) para que cuando se observa saber si existió distintos tratamientos si es que el valor F es igual o mayor que el valor F de la tabla donde se concluye que al nivel de significancia

establecido (5%) las medias de los tratamientos no son iguales, caso contrario ($F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabla}}$) se concluye que los tratamientos son iguales.

Tabla 3. *Diseño de ANOVA para el trabajo de investigación.*

<u>Fuente de variación</u>	<u>Grados de libertad</u>	<u>Suma de cuadrados</u>	<u>Cuadrados medios</u>	<u>Valor F</u>	<u>F crítico</u>
Tratamiento	GLT	SCT	CMT	FCT	FTT
Error	GLE	SCE	CME		
Total	GL Total				

Donde:

GL : Grados de libertad

GLT : Grados de libertad del tratamiento

GLE : Grados de libertad del error

SCT : Suma de cuadrados del total

SCE : Suma de cuadrados del error

CMT : Cuadrado medio del tratamiento

CME : Cuadrado medio del error

FC : F calculado

FT : F tabulado

Finalmente, la estadística experimental de los resultados de la presente investigación está sometida a la prueba de medias de "Tukey" con un nivel de significancia del 5 % ($p \leq 0.05$), para determinar la naturaleza de las diferencias entre los tratamientos. Esta prueba se representa en tablas y gráficos a fin poder visualizar de manera práctica los resultados.

3.7 Aspectos éticos

La ética profesional que cada estudiante y futuro egresado debe tener es fundamental para su progreso profesional, la cual debe estar lejos de la palabra plagio, ya que todo documento realizado tiene muchos factores para ser desarrolladas exitosamente como el esfuerzo, constancia, responsabilidad,

tiempo, dinero, entre muchos más por mencionar, las investigaciones realizadas son logros de cada individuo y son propietarios de su trabajo de meses o años, la cual nadie tiene el derecho de apropiarse. Muchas investigaciones se encuentran visibles en las páginas de internet, que son compartidas por los mismos autores que son sus experiencias y conocimientos. Por la cual el proyecto de investigación se realizará de manera adecuada con la finalidad de mejorar, innovar las investigaciones teniendo en cuenta los artículos utilizados como guías se respeta correctamente los autores sin omitir ningún autor se guarda la consideración y estima por la originalidad del documento de manera que se utilizó el citado ISO-690 para tener la seguridad y confiabilidad de la información así demostrando la ética personal y profesional al desarrollar el proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1. El tratamiento óptimo en la producción de compost

Prueba de normalidad de datos.

Se realizó la prueba de normalidad de datos para poder determinar su distribución paramétrica. A Continuación, se muestra la tabla 4, donde están los valores de la prueba de normalidad.

Tabla 4. *Prueba de normalidad de datos*

Variable	p-Valor	Decisión
Ph	0,7463	0,7463 > 0,05 Presenta normalidad
Conductividad eléctrica	0,7620	0,7620 > 0,05 Presenta normalidad
Nitrógeno	0,4874	0,4874 > 0,05 Presenta normalidad
Fósforo	0,6044	0,6044 > 0,05 Presenta normalidad
Potasio	0,1351	0,1351 > 0,05 Presenta normalidad
Calcio	0,5145	0,5145 > 0,05 Presenta normalidad
Magnesio	0,7488	0,7488 > 0,05 Presenta normalidad
Materia orgánica	0,3914	0,3914 > 0,05 Presenta normalidad

Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,0002, siendo este muy inferior al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos son altamente significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM) están influyendo en la concentración de pH del compost elaborado a base

de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 1,78 %, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 5. *Análisis de varianza de la concentración de pH.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	1,13	0,38	25,04	0,0002
Error	8	0,12	0,02		
Total	11	1,25			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, mostrando las diferencias significativas de los tratamientos para el parámetro de pH. Se puede evidenciar que existen dos agrupaciones (A y B), donde los tratamientos óptimos fueron T₀ (0 L de EM) Y T₃ (7 L de EM) teniendo valores promedios de 7,27 y 7,03 respectivamente (A). Por otro lado, la otra agrupación corresponde a T₂ (5 L de EM) y T₁ (5 L de EM), con valores promedios de 6,70 y 6,47 respectivamente (B). Esta última agrupación fue la que evidenció tener los valores más bajos (Tabla 6 y Figura 6).

Tabla 6. *Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de pH.*

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
T ₀	3	7,27	A
T ₃	3	7,03	A
T ₂	3	6,70	B
T ₁	3	6,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

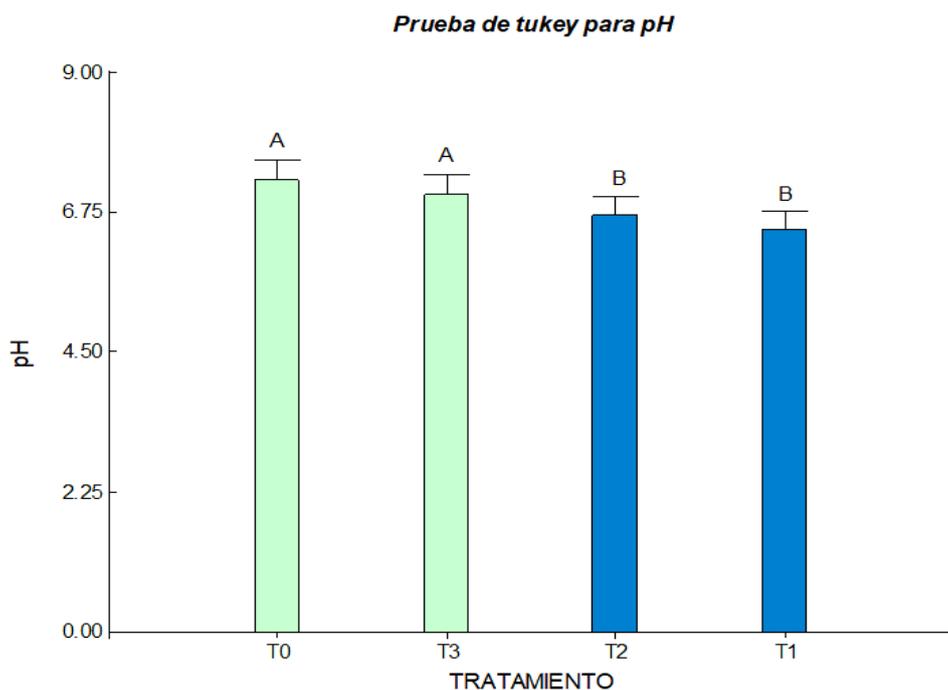


Figura 6. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de pH.

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,0005, siendo este muy inferior al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos son altamente significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM) están influyendo en la concentración de Conductividad eléctrica del compost elaborado a base de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 13,03 %, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 7. Análisis de varianza de la Conductividad eléctrica.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	1470118,67	490039,56	19,88	0,0005
Error	8	197234,00	24654,25		
Total	11	1667352,67			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, mostrando las diferencias significativas de los tratamientos para el parámetro de Conductividad eléctrica. Se puede evidenciar que existen dos agrupaciones (A y B), donde los tratamientos óptimos fueron T₁ (3 L de EM) Y T₂ (5 L de EM)

teniendo valores promedios de 1563,00 mS/cm y 1521,67 mS/cm respectivamente (A). Por otro lado, la otra agrupación corresponde a T₃ (7 L de EM) y T₀ (0 L de EM), con valores promedios de 995,67 mS/cm y 738,33 mS/cm respectivamente (B). Esta última agrupación fue la que evidenció tener los valores más bajos (Tabla 8 y Figura 7).

Tabla 8. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para Conductividad eléctrica.

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
T ₁	3	1563,00	A
T ₂	3	1521,67	A
T ₃	3	995,67	B
T ₀	3	738,33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

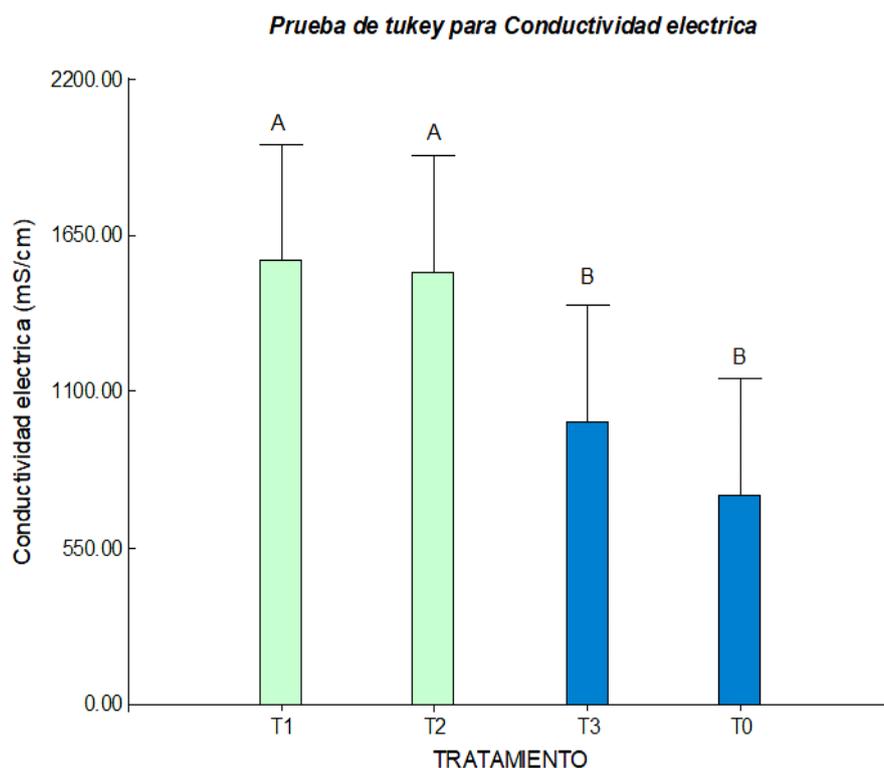


Figura 7. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de conductividad eléctrica.

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,0166, siendo este inferior al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos son

altamente significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM) están influyendo en la concentración de Nitrógeno del compost elaborado a base de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 6,06 %, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 9. *Análisis de varianza de la concentración de Nitrógeno.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	0,05	0,02	6,33	0,0166
Error	8	0,02	2,7E-03		
Total	11	0,07			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, mostrando las diferencias significativas de los tratamientos para el parámetro de Nitrógeno. Se puede evidenciar que existen tres agrupaciones (A, AB y B), donde los tratamientos óptimos fueron T₀ (0 L de EM) Y T₁ (3 L de EM) teniendo valores promedios de 0,92% y 0,89% respectivamente (A). Por otro lado, correspondiente a T₃ (7 L de EM) (AB) comparte características de la agrupación A (T₀ y T₁) y B (T₂) con valor promedio de 0,84%. Finalmente, T₂ (5 L de EM), con valor promedio de 0,75% (B). Esta última agrupación fue la que evidenció tener los valores más bajos (Tabla 10 y Figura 8).

Tabla 10. *Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Nitrógeno.*

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
T ₀	3	0,92	A
T ₁	3	0,89	A
T ₃	3	0,84	A B
T ₂	3	0,75	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

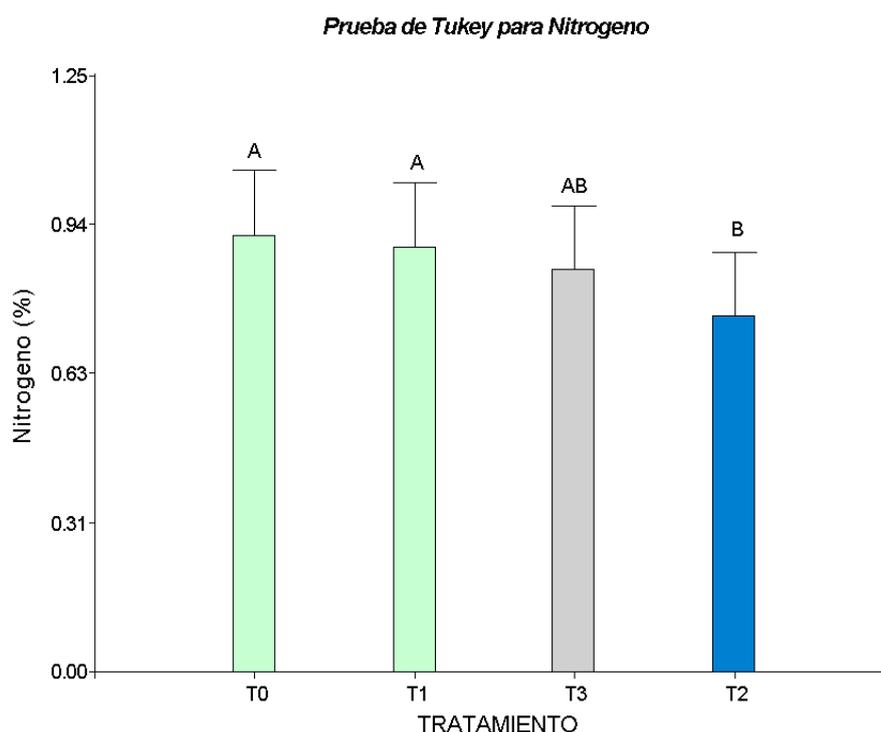


Figura 8. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Nitrógeno.

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,2936 siendo este mayor al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos no son significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM), no están influyendo en la concentración de fósforo del compost elaborado a base de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 41,38 %, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 11. Análisis de varianza de la concentración de Fósforo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	1,8E-03	5,9E-04	1,47	0,2936
Error	8	1,2E-03	4,0E-04		
Total	11	5,0E-03			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, evidenciando que todos los tratamientos son iguales para la concentración de

Fósforo. Para este parámetro se puede evidenciar que solo existe una agrupación (A), donde el tratamiento con mayor valor fue T₂ (5 L de EM) con 0,06%. Por otro lado, el que menor valor de media tuvo fue T₀ con 0,03%. (Tabla 12 y Figura 9)

Tabla 12. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Fósforo.

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
T ₂	3	0,06	A
T ₃	3	0,06	A
T ₁	3	0,04	A
T ₀	3	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

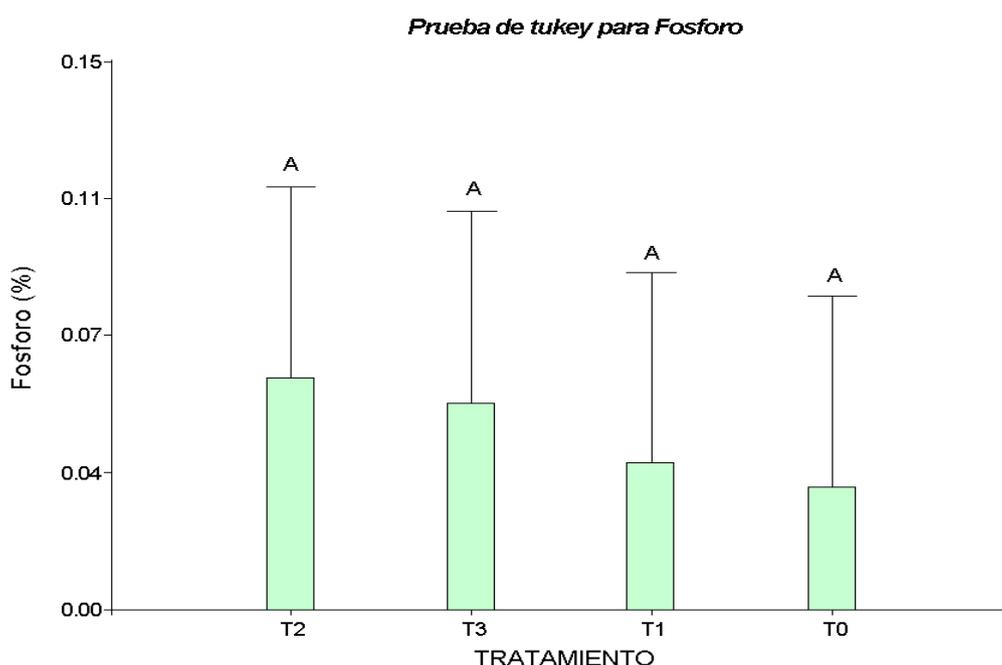


Figura 9. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de fósforo.

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,7387, siendo este mayor al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos no son significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM), no

están influyendo en la concentración de potasio del compost elaborado a base de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 31,34 %, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 13. *Análisis de varianza de la concentración de Potasio*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	0,01	2,6E-03	0,43	0,7387
Error	8	0,05	0,01		
Total	11	0,06			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, mostró que no son significativamente diferentes los tratamientos para el potasio. Para este parámetro se puede evidenciar que solo existe una agrupación (A), donde los tratamientos óptimos fueron T₀ (0 L de EM), teniendo el valor promedio de 0,28, T₂ (5 L de EM) y T₃ (7 L de EM), conteniendo los valores promedios de 0,25 respectivamente. Por otro lado, correspondiente a T₁ (3L de EM), con valores promedios de 0,21 respectivamente. Esta última fue la que evidenció tener los valores más bajos (Tabla 14 y Figura 10).

Tabla 14. *Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Potasio.*

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
T ₂	3	0,27	A
T ₀	3	0,26	A
T ₃	3	0,25	A
T ₁	3	0,21	A
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)</i>			

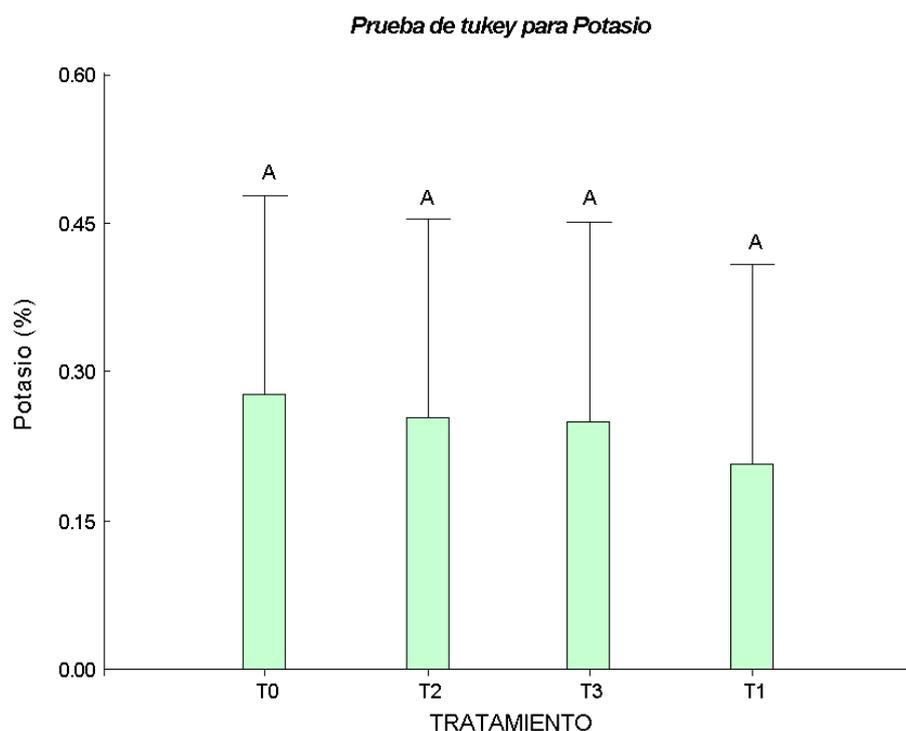


Figura 10. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de potasio.

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,1601, siendo este mayor al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos no son significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM), no están influyendo en la concentración de Calcio del compost elaborado a base de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 25,16%, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 15. Análisis de la varianza de la concentración de Calcio.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	0,09	0,03	2,25	0,1601
Error	8	0,11	0,01		
Total	11	0,20			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, mostrando que no son significativamente diferentes los tratamientos para Calcio. Para este parámetro se puede evidenciar que solo existe una agrupación (A),

donde los tratamientos óptimos fueron T₂ (5 L de EM) Y T₃ (7 L de EM) teniendo ambos los valores promedios de 0,55 respectivamente. Por otro lado, al T₀ (0 L de EM) y T₁ (3 L de EM), con valores promedios de 0,38 y 0,37 respectivamente. Esta última evidenció tener los valores más bajos (Tabla 16 y Figura 11).

Tabla 16. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Calcio.

Tratamiento	n	Medias	P. Tukey
T ₂	3	0,55	A
T ₃	3	0,55	A
T ₀	3	0,38	A
T ₁	3	0,37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

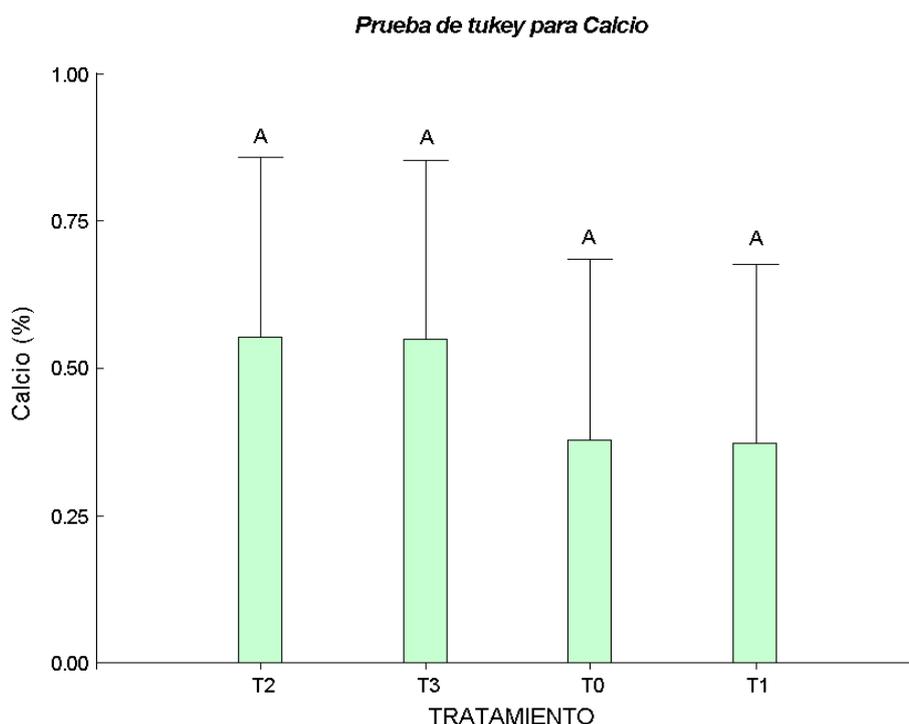


Figura 11. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Calcio.

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,6012, siendo este mayor al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos no son significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM), no

están influyendo en la concentración de Magnesio del compost elaborado a base de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 27,26 %, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 17. *Análisis de la varianza de la concentración de Magnesio.*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	2,2E-03	7,2E-04	0,66	0,6012
Error	8	0,01	1,1E-03		
Total	11	0,01			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, mostrando que no son significativamente diferentes los tratamientos para Magnesio. Para este parámetro se puede evidenciar que solo existe una agrupación (A), donde los tratamientos óptimos fueron T₂ (5 L de EM) Y T₃ (7 L de EM) teniendo valores promedios de 0,14 y 0,13 respectivamente. Por otro lado, correspondiente a T₀ (0 L de EM) y T₁ (3 L de EM), de ambos valores promedios son 0,11 respectivamente. Esta última evidenció tener los valores más bajos (Tabla 18 y Figura 12).

Tabla 18. *Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Magnesio.*

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
T ₂	3	0,14	A
T ₃	3	0,13	A
T ₀	3	0,11	A
T ₁	3	0,11	A
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)</i>			

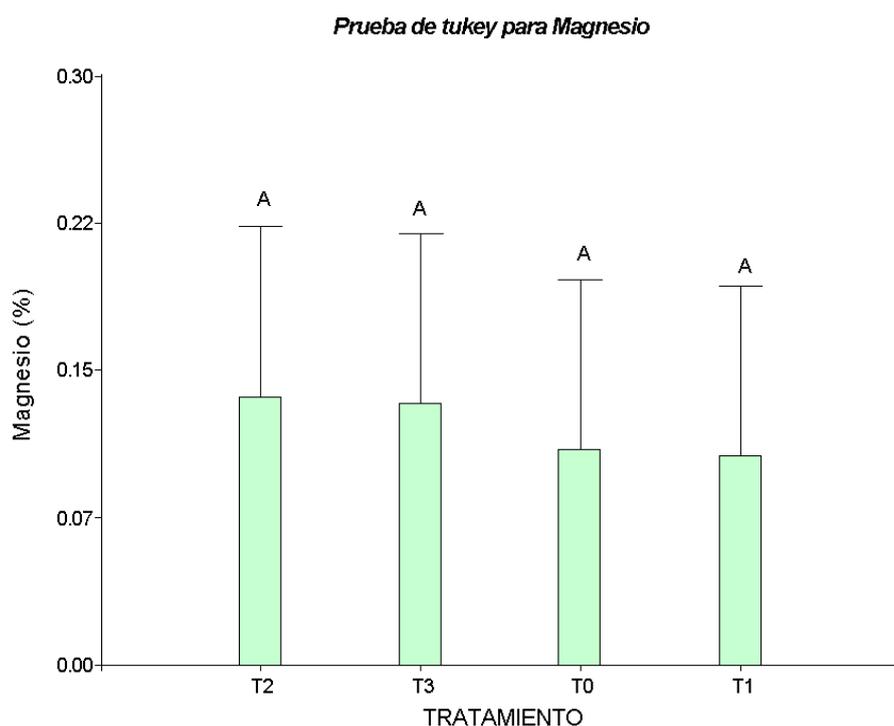


Figura 12. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Magnesio.

El análisis de varianza (ANOVA) muestra un p-valor de 0,1254 siendo este mayor al nivel de significancia (0,05); por ello se dice que los tratamientos no son significativos, por lo tanto, tienen el diferente efecto. Esto nos estaría indicando que las diferentes concentraciones de microorganismos eficientes (EM), no están influyendo en la concentración de Materia Orgánica del compost elaborado a base de cáscara de Sacha Inchi y estiércol de cuy. Se tiene un coeficiente de variación de 13,25 %, evidenciando que los resultados son confiables.

Tabla 19. Análisis de varianza de la concentración de Materia orgánica.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Tratamiento	3	65,28	21,76	2,59	0,1254
Error	8	67,24	8,40		
Total	11	132,52			

Por su parte, la prueba de medias de Tukey corrobora la información del ANOVA, mostrando que no son significativamente diferentes los tratamientos para la Materia Orgánica. Para este parámetro se puede evidenciar que solo existe una agrupación (A), donde los tratamientos óptimos fueron T₂ (5 L de EM) Y T₃ (7 L

de EM) teniendo valores promedios de 25,37 y 22,30 respectivamente. Por otro lado, correspondiente a T₁ (3 L de EM) y T₀ (0 L de EM), con valores promedios de 20,88 y 18,98 respectivamente. Esta última fue la que evidenció tener los valores más bajos (Tabla 20 y Figura 13).

Tabla 20. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Materia orgánica.

Tratamiento	N	Medias	P. Tukey
T ₂	3	25,37	A
T ₃	3	22,30	A
T ₁	3	20,88	A
T ₀	3	18,98	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

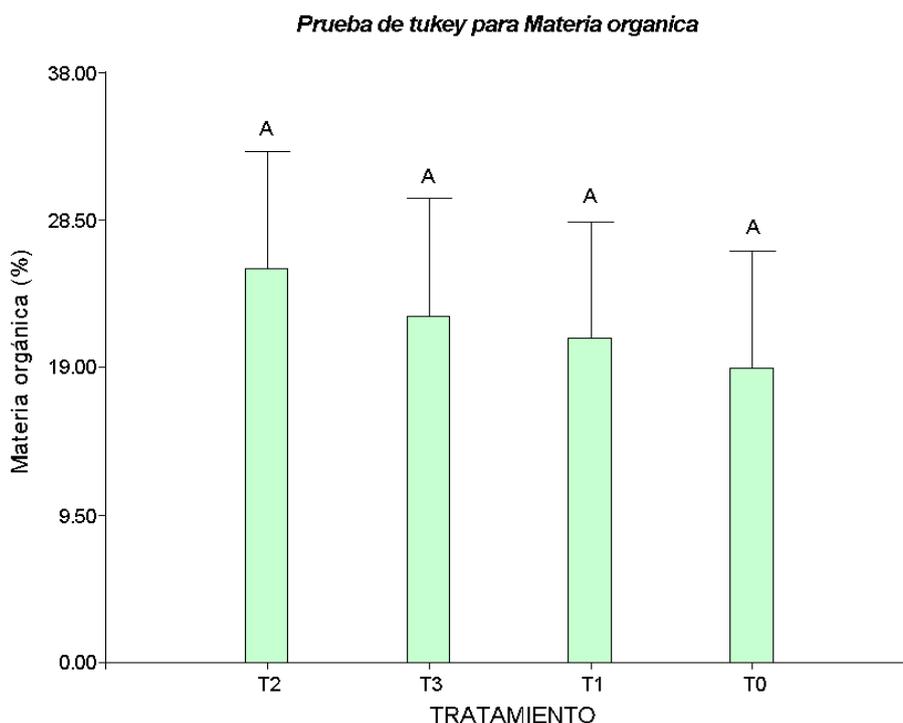


Figura 13. Gráfico de la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la concentración de Materia orgánica.

Se demostró que el T₂, resultó más óptima por los valores que mostró cada uno de los parámetros de pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica con los valores correspondientemente: 6,70, 1521,61(mS/cm), 0,747%, 0,063%, 0,253%, 0,553%, 0,133%, 25,373%., la cual se encontraron dentro de la normativa chilena.

4.2 Las características del compost producido

de la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes, los promedios de los parámetros analizados del tratamiento T0, T1, T2 y T3, en el laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales, ubicado en el distrito de la banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín.

Tabla 21. Características de los T0, T1, T2 y T3 y repeticiones.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	pH	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Nitrógeno (%)	Fosforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Materia orgánica (%)
T0	1	7,30	795	0,91	0,03	0,31	0,41	0,11	18,71
T1	1	6,40	1574	0,85	0,03	0,12	0,28	0,08	22,64
T2	1	6,70	1284	0,73	0,10	0,36	0,70	0,19	25,64
T3	1	6,90	990	0,85	0,04	0,18	0,41	0,10	27,08
T0	2	7,30	623	0,90	0,04	0,20	0,36	0,11	17,01
T1	2	6,50	1479	0,82	0,04	0,24	0,41	0,11	19,10
T2	2	6,50	1838	0,74	0,04	0,17	0,38	0,09	22,28
T3	2	7,10	1030	0,86	0,08	0,31	0,70	0,17	19,85

T0	3	7,2 0	797	0,94	0,03	0,32	0,37	0,11	21,23
T1	3	6,5 0	1636	1,00	0,05	0,26	0,43	0,13	20,91
T2	3	6,9 0	1443	0,77	0,05	0,23	0,58	0,13	28,20
T3	3	7,1 0	967	0,82	0,05	0,26	0,54	0,13	19,96

Tabla 22. Promedio de los parámetros evaluados de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	PARÁMETROS EVALUADOS							
	pH	Conductividad eléctrica (mS/cm)	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)	Materia orgánica (%)
T0	7,27	738,33	0,917	0,033	0,277	0,380	0,110	18,983
T1	6,47	1563,00	0,890	0,040	0,207	0,373	0,107	20,883
T2	6,70	1521,67	0,747	0,063	0,253	0,553	0,137	25,373
T3	7,03	995,67	0,843	0,057	0,250	0,550	0,133	22,297

Para la concentración de pH tuvo el valor más alto fue T₀ con 7,27, mientras el valor más bajo fue T₁ con 6,47, la concentración de conductividad eléctrica tuvo el valor más alto fue T₁ con 1563,00 (mS/cm), mientras el valor más bajo fue T₀ con 738,33 (mS/cm), la concentración de nitrógeno tuvo el valor más alto fue T₀ con 0,917 (%), mientras el valor más bajo fue T₂ con 7,47, la concentración de fósforo tuvo el valor más alto fue T₂ con 0,063 (%), mientras el valor más bajo

fue T₀ con 0,033 (%), la concentración de potasio tuvo el valor más alto fue T₀ con 0,277 (%), mientras el valor más bajo fue T₁ con 0,207 (%), la concentración de calcio tuvo el valor más alto fue T₂ con 0,553 (%), mientras el valor más bajo fue T₁ con 0,373 (%), a concentración de magnesio tuvo el valor más alto fue T₂ con 0,137 (%), mientras el valor más bajo fue T₁ con 0,107 (%) y la concentración de materia orgánica tuvo el valor más alto fue T₂ con 25,373 (%), mientras el valor más bajo fue T₀ (con 18,983 (%)).

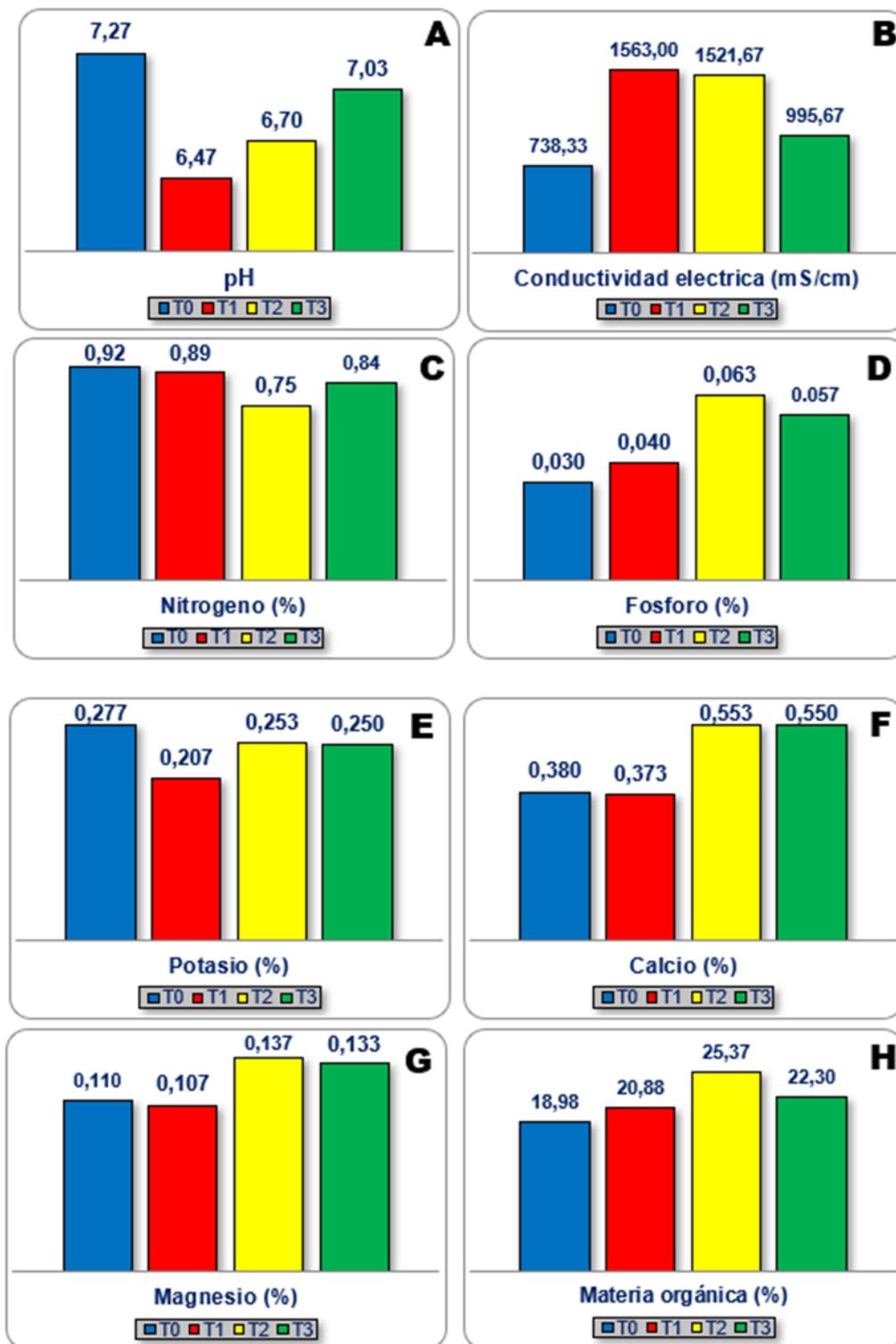


Figura 14. Valores de los parámetros estudiados. A) Concentración de pH. B) Concentración de conductividad eléctrica. C) Concentración de nitrógeno. D) Concentración de fósforo. E) Concentración de potasio. F) Conductividad de calcio. G) Concentración de magnesio. H) Concentración de materia orgánica.

V. DISCUSIONES

5.1. Tratamiento óptimo

El tratamiento óptimo (T2), debido a que demostró valores óptimos en los parámetros estudiados, que confirman que es el más adecuado, mediante la normativa de calidad de compost chilena, el T2 cumple con todos los requisitos, el parámetro de nitrógeno fue el menor con 0,747%, pero cumple con el contenido de nitrógeno de la norma, como resultado se muestra que el uso de microorganismos eficientes fue efectivo, mientras (Melendrez y Sánchez *et al.*, 2019) obtuvo como resultado el tratamiento óptimo (T2) tuvo mejores parámetros pero que el porcentaje de nitrógeno 0,46%, lo que aclaró que el efecto de microorganismos eficientes en el valor nitrógeno no fue buena por lo que no cumple con la normativa y su resultado del tratamiento óptimo no se consideró como un abono orgánico, (Leconte *et al.*, 2019), encontró que el compost elaborado con microorganismos eficientes en todo sus tratamientos tuvo un buen valor generando riqueza en el parámetro de nitrógeno, en cambio (Ajmal *et al.*, 2021), realizó el proceso de compostaje incorporación microorganismos eficientes en diferentes dosis y obtuvo diferentes cambios en algunos de sus parámetros pero más se resaltó en el parámetro de nitrógeno que no tuvo mucho valor de significancia pero no afectó al proceso de compostaje .

El parámetro de materia orgánica del tratamiento (T2), tuvo un valor de 25,373%, los demás tuvieron valores menores, por lo que no llegaron a cumplir con la norma, mientras tanto (Tinco, J., y Vásquez, L. *et al.*, 2018), tuvo éxito en sus parámetros de materia orgánica con el promedio de 26,433%, superando los valores requeridos en la norma con la utilización de microorganismos eficientes (Rafael, M. *et al.*, 2019) de la misma manera realizó los análisis químicos de las muestras de compost obtenidos en base de estiércol de cuy y microorganismos eficientes de acuerdo a los parámetros establecidos en norma chilena comparando los resultados se muestra que cumple con los parámetros y (Rodó, P. *et al.*, 2019) agregó microorganismos eficientes que desarrollaron de manera óptima la materia orgánica durante el proceso de compostaje en los tratamientos

en la presente investigación son considerados buenos ya que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para el desarrollo óptimo.

El parámetro de fósforo del tratamiento (T2), tuvo un valor de 0,063 %, los demás tuvieron valores menores, pero se encontraban en el valor que requería la normativa chilena, mientras tanto (Cui *et al.*, 2021), elaboró un compost a partir de microorganismos eficientes y estiércol de cuy, para demostrar la efectividad de ello lo cual obtuvo valores bajos y altos en sus parámetros pero en fósforo tuvo un menor valor pero no afectó el desarrollo de nutrientes en los cultivos asimismo (Wan *et al.*, 2020) investigó que una concentración alta de fósforo, mejora los nutrientes del suelo fortalecer las raíces de las plantas aumenta la fertilidad del suelo favoreciendo a la agricultura de tal manera (Asadu *et al.*, 2019) determinó la importancia que tiene el estiércol de cuy en un proceso de compostaje y descubrió que contienen diferentes parámetros, la cual, llamó la atención fue el fósforo, porque obtuvo el nivel de valor más adecuado, que los demás, esto ayuda fomentar a la calidad de un compost.

5.2. Características químicas del compost

Los análisis de las características del compost de la cáscara de sachu inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes los cuatro tratamientos mostraron que los parámetros pH, conductividad eléctrica y nitrógeno, no tienen significancia pero mientras (Ansorena, Batalla y Merino *et al.*, 2018) en los parámetros de pH, conductividad eléctrica, nitrógeno se mostró que tuvieron significancia, en el compostaje de residuos, estiércol y microorganismos, lo que significa que el cambio de uno de los valores afecta al resto como también (Fan *et al.*, 2018) del mismo modo realizó tratamientos con y sin microorganismos eficientes en residuos y estiércol de cuy para ver los efectos que estos pueden causar los resultados fueron similares en todo el proceso de la descomposición los que contenían EM y sin EM tuvo mínimas diferencias en los parámetros pH, conductividad eléctrica y nitrógeno y (Stratton *et al.*, 2019) dijo que el uso de microorganismos eficientes en residuos y estiércol resultaron muy eficientes en todos sus parámetros analizados de cada tratamiento y valores muy similares en pH, conductividad eléctrica y nitrógeno.

Asimismo los parámetros de fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica, tuvieron significancia lo que demuestra que hubo valores similares, por contrario (Assandri *et al.*, 2021) identificó que el compost con residuos, estiércol de cuy, con y sin microorganismos eficiente en los parámetros de fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica, tuvieron diferentes resultados, que se dieron cuenta que con y sin mezclar, no tienen un mismo valor, pero que no afecta el proceso de compostaje, también (Nakasaki *et al.*, 2019) utilizaron diferentes tratamientos con residuos, estiércol y microorganismos como herramienta fundamental en la producción de compost de manera similar las concentraciones, el estiércol de cuy y microorganismos eficientes, tuvo mayor eficiencia pero los valores de fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica, tuvieron diferencias significativas pero no en grandes cantidades, sin embargo no perjudicó la producción de compost y (Espejo Huerta *et al.*, 2021) demostró que el compostaje que realizó de diferentes tipos de residuos estiércol y microorganismos tuvieron diferencia, se refiere que la utilización de estos, realizan cambios en los valores de los parámetros pero que los valores se encontraban entre lo requerido en la norma chilena.

VI. CONCLUSIONES

- El tratamiento óptimo (T2), se demostró que cumple con los parámetros de pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica, tuvo valores requeridos en la norma chilena, por la que se considera como un abono orgánico, mientras los tratamientos T0, T1 y T3, hay deficiencia en el parámetro de materia orgánica, no cumplen con el valor mínimo de materia orgánica requerido en la norma Chile que es el 25%, aunque los demás parámetros de pH, conductividad eléctrica nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, tienen valores que si son aprovechables y cumplen con la normativa chilena de la calidad de compost.
- Las características del compost de los T0, T1, T2 y T3, mostraron que los parámetros pH, conductividad eléctrica y nitrógeno, no tienen significancia, pero fósforo, potasio, calcio, magnesio y materia orgánica, estadísticamente inferencial son iguales. La cáscara de Sacha Inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost con diferente tratamiento, se observó que las diferentes dosis de microorganismos eficientes, reveló que en la cantidad adecuada resulta eficiente y en cantidades mínimas o excesivas, no llegó a cumplir con el valor requerido de materia orgánica en la norma chilena. El subproducto de cáscara de Sacha Inchi con los métodos idóneos puede ser aprovechada, solo como suplemento alimenticio para rumiantes o fertilizante en forma de cenizas, sino en la producción de compost, así aumentando su valor agregado.

VII. RECOMENDACIONES

- Las características que se obtuvieron de los T0, T1, T2 y T3 muestran que tuvieron valores aprovechables, pero con una metodología más idónea, se podrá lograr parámetros mucho mejores para el aprovechamiento en la producción de compost de cáscara de sachá inchi.
- Realizar una investigación sobre la efectividad del compost de cascara de sachá inchi en los suelos con la finalidad de aprovechar los contenidos nutricionales que tiene.
- Profundizar investigaciones sobre alternativas de uso de la cáscara incrementando su valor agregado, por la cantidad de nutrientes que contiene que pueden ser muy aprovechables por la población y el sector de la agricultura.
- Realizar proyectos de compostaje, es un proceso de bajos costos y no requiere de muchos procedimientos, así se logra minimizar la contaminación y al mismo tiempo fomentar la utilización de abonos orgánicos reduciendo el uso de fertilizantes químicos.

REFERENCIAS

- 1.- ALVARADO DAVILA, L. y HERNÁNDEZ SIERRA, A., (2018). Revisión de alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja. Revista colombiana de investigaciones agroindustriales [en línea]. Vol. 5, No. 2, Pp. 9-32. Issn 24220582. [Doi:10.23850/24220582.1393](https://doi.org/10.23850/24220582.1393).
- 2.- ARAB, G. y MCCARTNEY, D., (2017). Benefits to decomposition rates when using digestate as compost co-feedstock: part I – focus on physicochemical parameters. Waste management [en línea]. Vol. 68, Pp. 74-84. Issn 18792456. [Doi:10.1016/J.Wasman.2017.07.018](https://doi.org/10.1016/J.Wasman.2017.07.018).
- 3.- ARAB, G., RAZAVIARANI, V., SHENG, Z., LIU, Y. y MCCARTNY, D., (2017). Benefits to decomposition rates when using digestate as compost co-feedstock: part II – focus on microbial community dynamics. Waste management [en línea]. Vol. 68, Pp. 85-95. Issn 18792456. [Doi 10.1016/J.Wasman.2017.07.014](https://doi.org/10.1016/J.Wasman.2017.07.014).
- 4.- ADARSHKUMAR, RAMCHANDRA, et al., (2020). Ligninolytic enzymes and its mechanisms for degradation of lignocellulosic waste in the environment [en línea]. Vol. 5, No. 4, Pp. 15-33. Issn 24760542. [Doi: Https://Doi.Org/10.1016/J.Heliyon.2020.E03170](https://doi.org/10.1016/J.Heliyon.2020.E03170).
- 5.- ALI Moniri, HASSAN Ziari *et al*, (2019). Laboratory study of the effect of oil-based recycling agents on high rap asphalt mixtures. [en línea]. Vol. 57, Pp. 76-87. Issn 17692856. [Doi: Https://Doi.Org/10.1080/10298436.2019.1696461](https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1696461).
- 6.- BENÍTEZ, R., CORONEL, C., HURTADO, Z. y FRANCO, J., (2019). Composición química de la cáscara de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis*) y alternativas para su aprovechamiento como subproducto agroindustrial. Instname, Issn 0121-0777. núm. 46, enero-junio, 2015, pp. 28-32. [Doi 10.1016/J.Chemosphere.2020.128549](https://doi.org/10.1016/J.Chemosphere.2020.128549).
- 7.- CAI, Y., HE, Y., HE, K., GAO, H., REN, M. y QU, G., (2019). Degradation mechanism of lignocellulose in dairy cattle manure with the addition of calcium oxide and superphosphate, environmental science and pollution

research [en línea], Vol. 26, No. 32, Pp. 33683-33693. Issn 16147499.
[Doi:0.1007/S11356-019-06444-9](https://doi.org/10.1007/S11356-019-06444-9).

- 8.- Comisión Nacional Contra La Biopiratería, (2018). Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis*), biopat Perú, Vol. 4, Pp. 29. [Doi 10.1016/J.Biortech.2017.03.166](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2017.03.166).
- 9.- CURY, K., AGUAS, Y., MARTÍNEZ, A., OLIVERO, R. y CHAMS, L., (2017). Residuos agroindustriales: su impacto, manejo y aprovechamiento, revista colombiana de ciencia animal - Grecia, Vol. 9, No. S1, Pp. 122-132. Issn 2027-4297. [Doi 10.24188/Recia.V9.Ns.2017.530](https://doi.org/10.24188/Recia.V9.Ns.2017.530).
- 10.- DAN, E., ROBLES, A. y LEÓN, E., (2022). La eficiencia de las bacterias eficientes en el contenido de nutrientes y tiempo de producción del abono orgánico a partir de restos de hojas de cacao, (*Theobroma Cacao L.*) en el caserío antonio raymondi, distrito de daniel alomía robles, provincia de leoncio prado - huánuco 2021. *Idesia (Arica)*, Vol. 37, No. 2, Pp. 59-66. [Doi 10.4067/S0718-34292019000200059](https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000200059).
- 11.- CACHIQUE Danter, SOLSON Henry, SANCHEZ Antonio y AREVALOS Alberto, (2018). Nete kodahl vegetative propagation of the underutilized oilseed crop sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*). Vol. 253, No. January. Issn 13722776 [DOI: https://doi.org/10.1007/s10722-018-0659-9](https://doi.org/10.1007/s10722-018-0659-9).
- 12.- ESPINOSA, Evelin, (2021). Producción de compost utilizando el subproducto agroindustrial de fibra de fruto de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) y microorganismos eficientes en el centro poblado el boquerón distrito y provincia de padre abad departamento de ucayali 2019. *Clima organizacional y desempeño laboral en los trabajadores administrativos de la red asistencial salud huancavelica 2019*, Vol. 1, Pp. 72. Disponible en: [Http://Repositorio.Udh.Edu.Pe/123456789/2850](http://Repositorio.Udh.Edu.Pe/123456789/2850).
- 13.- WANG, C., QIU, P., et al., (2019). Anaerobic digestion of lignocellulosic residues: environmental impact and economic evaluation. laboratory achievements and their full-scale application potential. *Science of the total environment*, Vol. 755, No. Issn 18791026. [Doi: 10.1016/J.Jenvman.2018.10.020](https://doi.org/10.1016/J.Jenvman.2018.10.020).

- 14.- GURMESSA, B., COCCO, S., ASHWORTH, J., *et al.*, (2021). Post-digestate composting benefits and the role of enzyme activity to predict trace element immobilization and compost maturity. *Bioresource technology*, Vol. 338, No. July, Pp. 125550. Issn 18732976. [Doi 10.1016/J.Biortech.2021.125550](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2021.125550).
- 15.- HOU, N., WEN, L., CAO, H., LIU, K., *et al.*, (2017). Role of psychrotrophic bacteria in organic domestic waste composting in cold regions of china. *Bioresource Technology*, Vol. 236, Pp. 20-28. Issn 18732976. [Doi 10.1016/J.Biortech.2017.03.166](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2017.03.166).
- 16.- HUAJUNYIN, W. y ZHAO,T.i, (2018). Balancing straw returning and chemical fertilizers in china: role of straw nutrient resources. [Doi: https://Doi.Org/10.1016/J.Rser.2017.06.076](https://doi.org/10.1016/J.Rser.2017.06.076).
- 17.- HAMRAOUI, K., GIL, A., BARI, H., SILES, A. y CICA, F. (2020). Evaluation of hydrothermal pretreatment for biological treatment of lignocellulosic feedstock (pepper plant and eggplant). *Waste management*, Vol. 102, Pp. 76-84. Issn 18792456. [Doi 10.1016/J.Wasman.2019.10.020](https://doi.org/10.1016/J.Wasman.2019.10.020).
- 18.- HAINDINTWALi, D., ZHOU, J. y YU, X., (2020). Lignocellulosic crop residue composting by cellulolytic nitrogen-fixing bacteria: a novel tool for environmental sustainability. *Science of the total environment*, Vol. 715, Pp. 136912. Issn 18791026. [Doi 10.1016/J.Scitotenv.2020.136912](https://doi.org/10.1016/J.Scitotenv.2020.136912).
- 19.- HASHEMI, B., SARKER, S., LAMB, .J. Y LIEN, M., (2021). Yield improvements in anaerobic digestion of lignocellulosic feedstocks. *Journal of cleaner production*, Vol. 288, Pp. 125447. Issn 09596526. [Doi 10.1016/J.Jclepro.2020.125447](https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2020.125447).
- 20.- LI, X., HE, S., TANG, J., LI, X., ZHAO, R. y TAO, .Q., (2021). Influence of moisture content on chicken manure stabilization during microbial agent-enhanced composting. *Chemosphere*, Vol. 264, No. 111, Pp. 128549. Issn 18791298. [Doi 10.1016/J.Chemosphere.2020.128549](https://doi.org/10.1016/J.Chemosphere.2020.128549).
- 21.- LU, M., SHI, X., FENG, Q., LI, X., LIAN, S., ZHANG, M. y GUO, R., (2021). Effects of humic acid modified oyster shell addition on lignocellulose degradation and nitrogen transformation during digestate composting.

Bioresource technology, Vol. 329, No. January. Issn 18732976. Doi [10.1016/J.Biortech.2021.124834](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2021.124834).

- 22.- LIU, L., *et al.*, (2017). Spatio-temporal patterns of enzyme activities after manure application reflect mechanisms of niche differentiation between plants and microorganisms. Vol. 253, No. January. Issn 13722776. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.Soilbio.2017.05.006>.
- 23.- LI, Y., ZHAO, J., KROONEMAN, J. y EUVERINK, W., (2021). Strategies to boost anaerobic digestion performance of cow manure: laboratory achievements and their full-scale application potential. Science of the total environment, Vol. 755, No. Issn 18791026. Doi [10.1016/J.Scitotenv.2020.142940](https://doi.org/10.1016/J.Scitotenv.2020.142940).
- 24.- LIN, N., WANG, T. y ZHU, J., (2017). Evaluation of spent mushroom compost as a lignocellulosic substrate for hydrogen production by *Clostridium thermocellum*. International journal of hydrogen energy, Vol. 42, No. 43, Pp. 26687-26694. Issn 03603199. Doi [10.1016/J.Ijhydene.2017.09.040](https://doi.org/10.1016/J.Ijhydene.2017.09.040).
- 25.- MAJA Radziemska, MIROSLAW Wyszowski, AGNIESZKA Bęś, ZBIGNIEW Mazur, *et al.*, (2019). The applicability of compost, zeolite and calcium oxide in assisted remediation of acidic soil contaminated with Cr (Iii) And Cr (Vi) Doi: <https://doi.org/10.1007/S11356-019-05221>.
- 26.- Meng, X., Liu, B., Xi, C., Luo, X., Yuan, X., Wang, X., Zhu, W., Wang, H. Y Cui, Z., (2018). Effect of pig manure on the chemical composition and microbial diversity during co-composting with spent mushroom substrate and rice husks. Bioresource technology, Vol. 251, Pp. 22-30. Issn 18732976. Doi [10.1016/J.Biortech.2017.09.077](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2017.09.077).
- 27.- Micanquer-Carlosama, A., Cortés-Rodríguez, M. y Serna-Cock, L., (2020). Formulation of a fermentation substrate from pineapple and sacha inchi wastes to grow *Weissella cibaria*. Heliyon, Vol. 6, No. 4, Pp. 0-7. Issn 24058440. Doi [10.1016/J.Heliyon.2020.E03790](https://doi.org/10.1016/J.Heliyon.2020.E03790).
- 28.- Mikula, K., Soja, G., Segura, C., Berg, A. y Pfeifer, C., (2020). Carbon sequestration in support of the «4 Per 1000» initiative using compost and

stable biochar from hazelnut shells and sunflower husks. *Processes*, Vol. 8, No. 7, Pp. 1-13. Issn 22279717. [Doi 10.3390/Pr8070764](https://doi.org/10.3390/Pr8070764).

- 29.- Miguel A. Sánchez-Monedero, María L. Cayuela, María Sánchez-García, et al., (2019). Agronomic evaluation of biochar, compost and biochar-blended compost across different cropping systems: perspective from the european project fertiplus. [Doi: Htps://Doi.Org/10.3390/Agronomy9050225](https://doi.org/10.3390/Agronomy9050225).
- 30.- Mora, S.L., Cadavid, Y., Cadena Ch, E.M., Vélez, J.M., Buitrago-Sierra, R. y Santa, J.F., (2018). Plantain fibers obtained from pseudostems residues for efficient color degradation of indigo carmine dye. *Industrial crops and products*, Vol. 126, No. May, Pp. 302-308. Issn 09266690. [Doi 10.1016/J.Indcrop.2018.10.030](https://doi.org/10.1016/J.Indcrop.2018.10.030).
- 31.-Modupe Stella Ayilara y Olu Odeyemi Olubukola Oluranti Babalola, (2020). waste management through composting: challenges and potentials. [DOI:10.3390/su12114456](https://doi.org/10.3390/su12114456).
- 32.- Nalluri, N. y Karri, V.R., (2018). Use of groundnut shell compost as a natural fertilizer for the cultivation of vegetable plants. *International journal of advance research in science and engineering*, Vol. 7, No. 1, Pp. 97-104.
- 33.- Onwosi, C.O., Igbokwe, V.C., Odimba, J.N., Eke, I.E., Nwankwoala, M.O., Iroh, I.N. y Ezeogu, L.I., (2017). Composting technology in waste stabilization: on the methods, challenges and future prospects. *Journal of environmental management*, Vol. 190, Pp. 140-157. Issn 10958630. [Doi 10.1016/J.Jenvman.2016.12.051](https://doi.org/10.1016/J.Jenvman.2016.12.051).
- 34.- OE Ayanfe Oluwa, (2019). Availability of nutrients from an accelerated compost for maize (zea mays) producción in two soil types, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50:12, 1476-1486. [DOI: 10.1080/00103624.2019.1626875](https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1626875).
- 35.- Pergola, M., Persiani, A., Palese, A.M., Di Meo, V., Pastore, V., D'adamo, C. y Celano, G., (2018). Composting: the way for a sustainable agriculture. *Applied soil ecology*, Vol. 123, No. December 2016, Pp. 744-750. Issn 09291393. [10.1016/J.Apsoil.2017.10.016](https://doi.org/10.1016/J.Apsoil.2017.10.016).

- 36.- Peng Wei, Zhi Ning, Sheng Ye *et al*, (2017). Impact analysis of temperature and humidity conditions on electrochemical sensor response in ambient air quality monitoring. Doi: <https://doi.org/10.3390/S18020059>.
- 37.- Peralta-Antonio, N., Bernardo De Freitas, G., Watthier, M. y Silva Santos, R.H., (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia (Arica)*, Vol. 37, No. 2, Pp. 59-66. Doi [10.4067/S0718-34292019000200059](https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000200059).
- 38.- Power, Moore Y O'connor, *et al.*, (2017). Measurement of ph, exudate composition and temperature in wound healing: a systematic review. Doi: <https://doi.org/10.12968/Jowc.2017.26.7.381>.
- 39.-Romero, C., Chirinos, R. y López, R., (2018). Elaboración de un abono orgánico a partir de la cáscara de la semilla del árbol de neem (*Azadirachta indica*). *Revista Ingeniería Uc*, Vol. 11, No. 1, Pp. 35-40. Issn 1316-6832.
- 40.- Saha, N., Chandra, B., Viswavidyalaya, K., Mondal, S., Chandra, B., Viswavidyalaya, K., Dasgupta, S., Chandra, B., Viswavidyalaya, K. y Centre, K., (2020). Value addition in compost (Saha, N., Biswas, S., Mondal, S., Dey, D. And Dasgupta, S. In: *Recent Trends In Composting Technology*, B.R. Pati And Mandal, S.M. (Eds).), No. July.
- 41.- Sanchez-Reinoso, Z., Mora-Adames, W.I., Fuenmayor, C.A., Darghan-Contreras, A.E., Gardana, C. y Gutiérrez, L.F., (2020). Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from sachu inchi shell: optimization, physicochemical properties and evaluation of their antioxidant activity. *chemical engineering and processing - process intensification*, Vol. 153, No. April, Pp. 107922. Issn 02552701. Doi [10.1016/J.Cep.2020.107922](https://doi.org/10.1016/J.Cep.2020.107922).
- 42.- Sun, Q., Chen, J., Wei, Y., Zhao, Y., Wei, Z., Zhang, H., Gao, X., Wu, J. y Xie, X., (2019). Effect of semi-continuous replacements of compost materials after inoculation on the performance of heat preservation of low temperature composting. *Bioresource technology*, Vol. 279, No. December 2018, Pp. 50-56. Issn 18732976. Doi [10.1016/J.Biortech.2019.01.090](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2019.01.090).

- 43.- Sameh S. Ali; Abd El-Fatah Abomohra; Jianzhong Sun *et al.*, (2017) Efficient Bio-Pretreatment Of Sawdust Residues With A New Microbial Consortium To Improve Biomethanization. [Doi:10.1016/J. Biortech.2017.03.187](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2017.03.187).
- 44.- Savari Musulmán; Hamidreza Gharechae, (2020). Application of the extended theory of planned behavior to predict iranian farmers' intention for safe use of chemical fertilizers. Doi: [Https://Doi.Org/10.1016/J.Jclepro.2020.121512](https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2020.121512).
- 45.- Savari Musulmán; Hamidreza Gharechae, (2018). What could promote farmers to replace chemical fertilizers with organic fertilizers. Doi: [Https://Doi.Org/10.1016/J.Jclepro.2018.07.222](https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2018.07.222).
- 46.- Torrijos, V., Calvo Dopico, D. Y Soto, M., (2021). Integration of food waste composting and vegetable gardens in a university campus. Journal of cleaner production, Vol. 315. Issn 09596526. [Doi 10.1016/J.Jclepro.2021.128175](https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2021.128175).
- 47.- Vilchez, K.R., Coaquira, C.A., Hernadez, J.L., y Gonzalez, N.C., (2020). Proposal and sesing of sachá inchi descapsulador machine in the junín region. Pp. 3149-3154.
- 48.- Viretto, A., Gontard, N. y Angellier-Coussy, H., (2021). Urban parks and gardens green waste: a valuable resource for the production of fillers for biocomposites applications. Waste management, Vol. 120, No. Pp. 538-548. Issn 18792456. [Doi 10.1016/J.Wasman.2020.10.018](https://doi.org/10.1016/J.Wasman.2020.10.018).
- 49.- Wu, J., Zhao, Y., Yu, H., Wei, D., Yang, T., y Zhang, X., (2019). Effects of aeration rates on the structural changes in humic substance during co-composting of digestates and chicken manure. Science of the total environment, Vol. 658, Pp. 510-520. Issn 18791026. [Doi 10.1016/J.Scitotenv.2018.12.198](https://doi.org/10.1016/J.Scitotenv.2018.12.198).
- 50.- Wu, D., Wei, Z., Mohamed, T.A., Zheng, G., Qu, F., Wang, F., Zhao, Y. y Song, C., (2022). Lignocellulose biomass bioconversion during composting: mechanism of action of lignocellulase, pretreatment methods and future perspectives. Chemosphere, Vol. 286, No. April 2021. Issn 18791298. [Doi 10.1016/J.Chemosphere.2021.131635](https://doi.org/10.1016/J.Chemosphere.2021.131635).

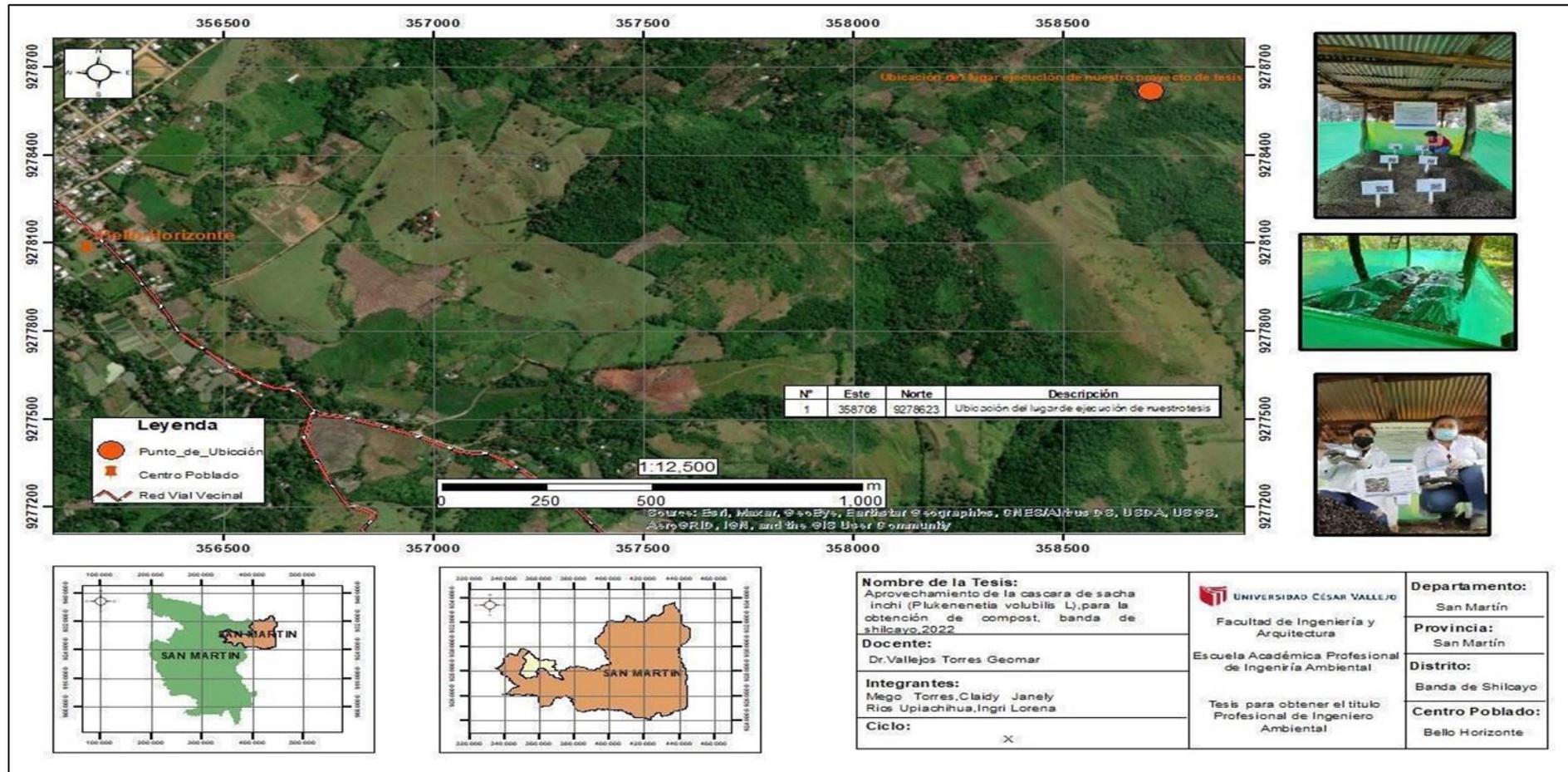
- 51.- Wang et all., (2019). Relationships among raw materials, grinding ratios, and moisture content during the composting process. [Doi:10.15244/Pjoes/81294](https://doi.org/10.15244/Pjoes/81294).
- 52.- Xu, Z., Qi, C., Zhang, L., Ma, Y., Li, G., Nghiem, L.D. y Luo, W., (2021). Regulating bacterial dynamics by lime addition to enhance kitchen waste composting. *Bioresource technology*, Vol. 341, No. July. Issn 18732976. [Doi 10.1016/J.Biortech.2021.125749](https://doi.org/10.1016/J.Biortech.2021.125749).
- 53.- Zeng, Z., Guo, X., Xu, P., Gong, X., Cheng, M., Yi y Zeng, G., (2018). Responses of microbial carbon metabolism and function diversity induced by complex fungal enzymes in lignocellulosic waste composting. *Science of the total environment*, Vol. 643, Pp. 539-547. Issn 18791026. [Doi 10.1016/J.Scitotenv.2018.06.102](https://doi.org/10.1016/J.Scitotenv.2018.06.102).

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente: Cascara de sachá inchi.	La cáscara de sachá inchi serán utilizados para mejorar las propiedades del suelo y disminuir la contaminación ambiental, se busca tener una buena alternativa de solución (Mohd-Yusuf, 2017)	Cuatro tratamientos y tres repeticiones.	Cascara de sachá inchi	Kg	Ordinal
			Microorganismos eficientes comerciales	Dosis	Ordinal
			Estiércol de Cuy	Kg	Ordinal
Variable dependiente: Compost de la cascara de sachá inchi.	El compostaje es un proceso que se transforma de materia orgánica, la cual se consigue compost, llamado bono natural (Mu et al, 2017).	Se realizarán análisis del compost.	Condiciones ambientes	Precipitación y temperatura.	Ordinal
			Propiedades químicas del compost.	pH, Conductividad eléctrica, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg.	Ordinal
			Muestreo	Tiempo de análisis	Ordinal

Anexo 2. Mapa de ubicación del trabajo de investigación



Anexo 3. Matriz de consistencia y coherencia

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
GENERAL	¿Cómo será el aprovechamiento de la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost, Banda de Shilcayo-2022?	aprovechar la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost, Banda de Shilcayo 2022	el aprovechamiento de la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes influye significativamente en la producción de compost, 2022	Variable Independiente: La cáscara de sachá inchi.	La cáscara de sachá inchi serán utilizados para mejorar las propiedades del suelo y disminuir la contaminación ambiental, se busca tener una buena alternativa de solución (Mohd-Yusuf, 2017)	Se realizaron 4 tratamientos, 3 repeticiones.	Cáscara de sachá inchi	Kg	Ordinal
							Microorganismos eficientes.	Dosis	Ordinal
							Estiércol de cuy	Kg	Ordinal
EP1	¿Cuál será el tratamiento óptimo en la producción de compost aprovechando la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes?	Determinar el tratamiento óptimo en la producción de compost aprovechando la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes	El tratamiento óptimo es significativo en la producción de compost aprovechando la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes	Variable dependiente: Compost de la cascara de sachá inchi.	El compostaje es un proceso que se transforma de materia orgánica, la cual se consigue compost, llamado bono natural (Mu et al, 2017).	Se realizarán análisis del compost.	Condiciones ambientes	Precipitación y temperatura.	Ordinal
							propiedades físicos y químicos del compost.	pH, Conductividad eléctrica, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg.	Ordinal
EP2	¿Cómo serán las características químicas del compost producido por la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes?	Analizar las características químicas del compost producido por la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes	Las características químicas del compost producido dependen significativamente por la cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes				Muestreo del compost	tiempo de análisis	Ordinal

Anexo 6: Resultados de los parámetros analizados.



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA PERUANA
CERTIFICADO INDECOPI N° 06072183

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE FERTILIZANTES

N° SOLICITUD : AFER0017-22
 SOLICITANTE : CLAUDY JANELY MEGO TORRES
 PROCEDENCIA : SAN MARTÍN - SAN MARTÍN - LA BANDA DE SHILCAYO - BELLO HORIZONTE
 TIPO DE FERTILIZANTE : CÁSCARA DE SACHA INCHI + ESTIÉRCOL DE CUY + ME

FECHA DE MUESTREO : SIN DATO
 FECHA DE RECEP. LAB : 17/06/2022
 FECHA DE REPORTE : 27/06/2022

ITEM	Número de Muestra			pH	C.E. mS/cm	N %	P %	Potasio %	Calcio %	Magnesio %	M.O %		
	Laboratorio	Campo											
01	22	06	0048		T0-R1	7.30	795	0.91	0.03	0.31	0.41	0.11	18.71
02	22	06	0049		T0-R2	7.30	623	0.90	0.04	0.20	0.36	0.11	17.01
03	22	06	0050		T0-R3	7.20	797	0.94	0.03	0.32	0.37	0.11	21.23
04	22	06	0051		T1-R1	6.40	1574	0.85	0.03	0.12	0.28	0.08	22.64
05	22	06	0052		T1-R2	6.50	1479	0.82	0.04	0.24	0.41	0.11	19.10
06	22	06	0053		T1-R3	6.50	1636	1.00	0.05	0.26	0.43	0.13	20.91
07	22	06	0054		T2-R1	6.70	1284	0.73	0.10	0.36	0.70	0.19	25.64
08	22	06	0055		T2-R2	6.50	1838	0.74	0.04	0.17	0.38	0.09	22.28
09	22	06	0056		T2-R3	6.90	1443	0.77	0.05	0.23	0.58	0.13	28.20
10	22	06	0057		T3-R1	6.90	990	0.85	0.04	0.18	0.41	0.10	27.08
11	22	06	0058		T3-R2	7.10	1030	0.86	0.08	0.31	0.70	0.17	19.85
12	22	06	0059		T3-R3	7.10	967	0.82	0.05	0.26	0.54	0.13	19.96

METEOROLOGÍA:	: Patateleskita (1 2 3)
pH	: Conchaleskita (1 2 3)
CONDUC. ELECTRICA	: Conchaleskita (1 2 3)
NITROGENO	: Norma Técnica Peruviana 311.011 2014
FOSFORO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO, AZUFRE, BORO, HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO, SODIO, CADMIUM	: Norma Técnica Peruviana 311.057 2015

La Banda de Shilcayo, 27 de junio del 2022

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
TARAPOTO - PERU



Cesar O. Arzobispo Fernandez, MSc
JEFE DE DPTO. DE SUELOS

Nota: El laboratorio no es responsable por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

Panel fotográfico



Acomodando la cascara de sachá inchi



Separación del estiércol cuy



Impurezas de la cascara de sachá inchi



Mesclado de la cascara con el estiércol de cuy

Anexo 7. Validación de especialista N° 1 – Cadena de custodia



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellido y nombre del experto : Mendoza López, Karla Luz
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad : Estudio de impacto ambiental
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia
 Autor(s) del instrumento (s) : Mego Torres, Claidy Janely / Rios Upiachihua, Ingri Lorena

II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
ACTUALIDAD	Instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación ilegal inherente a la variable: Compost producido por cascara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microrganismos eficientes.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.				X	
SUFICIENTE	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones y indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Compost producido por cascara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microrganismos eficientes.					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(nota: tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 Excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido
 Promedio de valoración **42**

Tarapoto 16 de julio del 2022



Karla Luz Mendoza López
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES
 CIP: 122149

Anexo 8. Validación de especialista N° 2 – Cadena de custodia

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- I. DATOS GENERALES
 Apellido y nombre del experto : ORDÓÑEZ RUIZ KARINA MICAGROS
 Institución donde labora : Universidad Nacional de San Martín
 Especialidad : Gestión Ambiental
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia
 Autor(s) del instrumento (s) : Mago Torres Claidy Janely
 Ríos Upiachihua Ingrid Lorena
- II. ASPECTOS DE VALIDACION
 MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
ACTUALIDAD	Instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación inherente a la variable.				X	
ORGANIZACIÓN	los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respeto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.					X
SUFICIENTE	los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones y indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	la información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	los ítems del instrumento expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable				X	
METODOLOGIA	la relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINECIA	la redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						47

(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 Excelente, sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido

Promedio de valoración 41

Tarapoto 18 de julio del 2022



Anexo 9: Validación de especialista N° 3 – Cadena de custodia



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

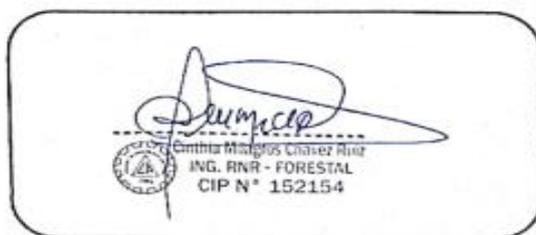
- I. **DATOS GENERALES**
- Apellido y nombre del experto : Chávez Ruíz Cinthia Milagros
 Institución donde labora : Gerente en la Municipalidad Distrital San Rafael
 Especialidad : Recursos Naturales y Renovables
 Instrumento de evaluación : Cadena de custodia
 Autor(s) del instrumento (s) : Mego Torres, Claidy Janely / Ríos Upiachihua, Ingrid Lorena

- II. **ASPECTOS DE VALIDACION**
 MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
ACTUALIDAD	Instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación ilegal inherente a la variable: Compost producido por cascara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencia en la función de la hipótesis, problema y objetivos e la investigación.				X	
SUFICIENTE	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable, dimensiones y indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresa la relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Compost producido por cascara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes.					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto, responde al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 Excelente", sin embargo, un puntaje menos a anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

- III. **OPINION DE APLICABILIDAD**
 El instrumento es valido
 Promedio de valoración 43



Tarapoto 19 de julio del 2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VALLEJOS TORRES GEOMAR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis Completa titulada: "Aprovechamiento de cáscara de sachá inchi incorporando estiércol de cuy y microorganismos eficientes en la producción de compost, Banda de Shilcayo 2022", cuyos autores son RIOS UPIACHIHUA INGRI LORENA, MEGO TORRES CLAUDY JANELY, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y 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 Completa 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.

TARAPOTO, 22 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VALLEJOS TORRES GEOMAR DNI: 01162440 ORCID 0000-0001-7084-977X	Firmado digitalmente por: GVALLEJOST el 22-07- 2022 15:45:37

Código documento Trilce: TRI - 0360391