



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aprovechamiento de residuos orgánicos para el compostaje en el  
mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en el  
Distrito de Tambillo en Ayacucho Provincia de Huamanga 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Huaraca Cuadros, Jhonatan Reyner ([orcid.org/0000-0002-9415-5526](https://orcid.org/0000-0002-9415-5526))

**ASESOR:**

Mgr. Montalvo Morales, Kenny Rubén ([orcid.org/0000-0003-4403-4360](https://orcid.org/0000-0003-4403-4360))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

### **Dedicatoria**

A dios y a mis padres quienes han sido la guía y el camino, para poder llegar a mi meta que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos y permitieron proseguir mis estudios y seguir ahora con mi titulación.

***“Huaraca Cuadros, Jhonatan Reyner”***

## **Agradecimiento**

Agradezco a dios, ser divino por darme la vida y guiar mis pasos día a día

A mis maestros por sus enseñanzas para desarrollarme profesional y haberme brindado todos sus conocimientos y en especial a mis asesores que están detrás mío en mi proceso de mi grado de titulación.

***“Huaraca Cuadros, Jhonatan Reyner”***

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen,.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	14
3.2. Variables y Operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	26
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimiento.....	27
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	57

## Índice de tablas

Tabla 1: Tipo de agroquímicos usados en cultivos.....	8
Tabla 2: Matriz de Operacionalización de Variables.....	15
Tabla 3: Residuos orgánicos usados en la producción de compost.....	30
Tabla 4: Calidad del compost en micro y macro nutrientes.....	31
Tabla 5: Características físicas del suelo sin tratar.....	33
Tabla 6: Características químicas del suelo sin tratar.....	33
Tabla 7: Presencia de metales pesados en el suelo sin tratar.....	34
Tabla 8: Textura del suelo tratado con compost de residuos orgánicos.....	35
Tabla 9: Caracterización del suelo pre y post aplicación de compost.....	36
Tabla 10: Análisis de varianza del pH del suelo en pre y post tratamiento.....	37
Tabla 11: Análisis de varianza de la conductividad eléctrica del suelo en pre y post tratamiento.....	38
Tabla 12: Análisis de varianza de la materia orgánica del suelo en pre y post tratamiento.....	39
Tabla 13: Análisis de varianza del nitrógeno del suelo en pre y post tratamiento.	40
Tabla 14: Análisis de varianza del fósforo del suelo en pre y post tratamiento.....	41
Tabla 15: Metales pesados del suelo pre y post aplicación de compost.....	45

## Índice de figuras

Figura 1: Uso de agroquímicos.....	7
Figura 2: Tipos de residuos orgánicos.....	12
Figura 3: Compost de residuos orgánicos.....	12
Figura 4: Lactuca sativa L (Lechuga).....	13
Figura 5: Diseño de aplicación del compostaje con diferentes dosis.....	28
Figura 6: Residuos orgánicos usados en el compostaje.....	30
Figura 7: Características del compostaje en porcentaje.....	32
Figura 8: Características del compostaje en porcentaje.....	32
Figura 9: Porcentaje textual del suelo tratado.....	35
Figura 10: pH del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	37
Figura 11: Conductividad eléctrica del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	38
Figura 12: Materia orgánica del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	39
Figura 13: Nitrógeno del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	40
Figura 14: Fósforo del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	41
Figura 15: Potasio del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	42
Figura 16: Capacidad de intercambio catiónico del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	42
Figura 17: Calcio del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	43
Figura 18: Magnesio del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	43
Figura 19: Sodio del suelo en pre y post tratamiento con compost.....	44
Figura 20: Plomo (Pb) en pre y post tratamiento con compost en el suelo.....	45
Figura 21: Cadmio (Cd) en pre y post tratamiento con compost en el suelo.....	46
Figura 22: Arsénico (As) en pre y post tratamiento con compost en el suelo.....	46

## Resumen

En la investigación tuvo como objetivo evaluar el aprovechamiento de los residuos orgánicos para compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, provincia de Huamanga, 2022. El tipo de investigación fue aplicada y el diseño experimental. En los resultados identificaron los principales residuos orgánicos y el proceso de elaboración de compostaje para suelos contaminados, así como las características fisicoquímicas del compost. Se determinaron las características fisicoquímicas del suelo antes de realizar el tratamiento con compost, donde se evaluaron parámetros como textura, temperatura, humedad, color, porosidad, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, pH, plomo, cadmio y arsénico. Además, se determinó las características fisicoquímicas del suelo después del tratamiento, donde el T-3 con 300g de compost mejoró y redujo las concentraciones de parámetros y metales pesados presentes en el suelo, quedando muy por debajo de los valores dados por el ECA- suelo. Se concluye que el aprovechamiento de residuos orgánicos para la elaboración de compost es una de las mejores alternativas para la recuperación de suelos contaminados, pues es factiblemente económica, ya que no requiere mayor inversión para su producción y amigable con el ambiente, porque se hace uso de residuos orgánicos fácilmente degradables, los cuales aportan nutrientes y disminuye la concentración de contaminantes presentes en suelos contaminados, por ello es necesario realizar más estudios para enriquecer los conocimientos en cuanto al compost y sus propiedades.

**Palabras clave:** Residuos orgánicos, compostaje, suelos contaminados, agroquímicos

## **Abstract**

The objective of the research was to evaluate the use of organic waste for composting for the improvement of soils contaminated by agrochemicals in Tambillo, Huapango province, 2022. The type of research was applied and the experimental design. In the results, they identified the main organic residues and the composting process for contaminated soils, as well as the physicochemical characteristics of the compost. The physicochemical characteristics of the soil were determined before carrying out the treatment with compost, where parameters such as texture, temperature, humidity, color, porosity, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, pH, lead, cadmium and arsenic were evaluated. In addition, the physicochemical characteristics of the soil will be revealed after the treatment, where the T-3 with 300g of compost improved and reduced the concentrations of parameters and heavy metals present in the soil, remaining well below the values given by the ECA-soil. It is concluded that the use of organic waste for the production of compost is one of the best alternatives for the recovery of contaminated soils, since it is feasibly economical, since it does not require greater investment for its production and is friendly to the environment, because it is used of easily degradable organic waste, which provide nutrients and reduce the concentration of contaminants present in contaminated soils, for this reason it is necessary to carry out more studies to enrich the knowledge regarding compost and its properties.

**Keywords:** Organic waste, composting, contaminated soil, agrochemicals



## I. INTRODUCCIÓN

La polución ambiental es uno de los grandes problemas que enfrenta la sociedad hoy en día, causando daños a las personas y los ecosistemas en todo el mundo (Álvarez et al. 2018). Dentro de esta problemática, lo que más se destaca es el uso excesivo o indiscriminado de agroquímicos para el mejor rendimiento de sus cultivos, protección contra plagas y otros; Diversos estudios científicos han corroborado y demostrado que solo el 1% de la sustancia química cumple su objetivo y el 99% permanece adherido al suelo para ser transportado posteriormente por el aire, el agua, la fauna y la vegetación (Diaz et al. 2022).

La producción agropecuaria en el Perú es la segunda actividad que trabajo genera en el Perú. Con una población de más de 32 millones dedicada a diversas acciones laborales, 2.458.503 peruanos y peruanas, de 14 años y más, ejercen la agricultura y las labores agropecuarias, forestales y pesqueras (BANCO CENTRAL RESERVA PERÚ, 2018). Según Chávez (2016) el uso de pesticidas en los cultivos es la principal fuente de contaminación en la agricultura de montaña y de costa, explicó.

Muchos de los agroquímicos que no pueden degradarse fácilmente modifican los ciclos biogeoquímicos, alteran los componentes de las características químicas, físicas y biológicas del suelo, así como la reducción de la diversidad microbiana, la erosión, entre otros (Vargas y Pérez, 2018). Es por ello que surgen alternativas, técnicas o tratamientos que pueden sustituir el uso excesivo de agroquímicos, como el compostaje, que aprovecha la generación masiva de residuos orgánicos para su elaboración. El compostaje representa hoy una gran alternativa para el reúso, la disminución de residuos y la reparación de suelos afectados por agroquímicos (Zarate, 2018).

El compostaje es una transformación biológica aeróbica en el que los organismos operan sobre materia orgánica biodegradable que puede producir compost, un fertilizante agrícola de alta calidad. El uso de compost en el suelo es de gran importancia ya que aporta nutrientes, mejora la estructura física, impide la erosión del suelo, fortalece el CIC, recupera la diversidad microbiana, es decir; contribuyen a las características fisicoquímicas y biológicas del suelo (MINAGRI, 2018).

Esta investigación se realizará en la provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho; Esta provincia produce durazno, cebada, trigo, arveja, cebolla, tomate, maíz, tuna y papa, esta última en mayor cantidad (104.007 TM) al año. Gran parte de los cultivos se exportan a nivel nacional e internacional, por lo que su siembra debe ser constante y masiva para satisfacer las demandas del mercado (INEI, 2021). Por eso, grandes y pequeños agricultores recurren al uso desmedido de agroquímicos para obtener “mejores resultados” sin pensar en el daño que están causando a los recursos naturales ya sí mismos.

El motivo por el cual se realizó esta investigación se debe al uso excesivo de agroquímicos en los suelos de cultivo de la provincia de Huamanga, y que es necesario recuperar mediante la aplicación de compostaje de residuos orgánicos, para mejorar sus características, adquirir nutrientes, mejorar su porosidad y humedad, es decir, devolver el suelo a su estado natural y así ser nuevamente utilizado.

Se ha formulado el problema general: ¿De qué manera aprovechar los residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo provincia de Huamanga, 2022? Seguido de los problemas específicos: 1. ¿Cuáles serán los residuos orgánicos y proceso de elaboración de compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga?; 2. ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* antes de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos?; 3. ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos para la determinación del efecto?

La justificación social, dar a conocer a la sociedad acerca de la problemática en el recurso suelo por el uso excesivo de agroquímicos a nuestros cultivos, los efectos nocivos que tiene para el ecosistema y para nosotros mismos, así mismo como una alternativa sostenible para el desarrollo y crecimiento de nuestras plantas, como es el uso de compostaje elaborados a partir de residuos orgánicos. La justificación económica, el uso de este compostaje busca sustituir el uso de agroquímicos que tienen un elevado costo y que son tóxicos, por el empleo de compostaje de residuos

orgánicos como una técnica sustentable y sostenible, la cual puede ser elaborada por el mismo agricultor para tener mejor rendimiento de sus cultivos. La justificación metodológica, se realizó una compilación de diversos artículos a nivel nacional y extranjero, los cuales estén relacionado con nuestro tema de investigación y nos sirvan como base de datos, así mismo como guías para la elaboración y aplicación de compost. La justificación ambiental, el uso de compostaje de residuos orgánicos representa hoy en día una alternativa ecológica para la aplicación a los cultivos, pues son respetuosos con el ambiente y no pueden generar alguna enfermedad en nuestro organismo. Esta técnica busca sustituir el uso de agroquímicos que es toxico, no se degrada fácilmente y genera mucho perjuicio a los ecosistemas y todo ser vivo que entra en contacto con este.

Se tuvo como objetivo general: Evaluar el aprovechamiento de los residuos orgánicos para compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, provincia de Huamanga, 2022. Seguido de los objetivos específicos: 1. Identificar los residuos orgánicos y proceso de elaboración de compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga; 2. Determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* antes de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos; 3. Determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos para la determinación del efecto.

Se determinó la hipótesis general: Será posible realizar el aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga, 2022. Seguido de las hipótesis específicas: 1. Se podrá elaborar compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga. 2. Se logrará determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* antes de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos. 3. Será posible determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos.

## II. MARCO TEÓRICO

Cotrina et al. (2020), evaluaron los resultados de los fertilizantes orgánicos en las propiedades fisicoquímicas y biológicas de los suelos agrícolas en Purupampa Panao, Perú. Este procedimiento consiste en un diseño de bloques completamente al azar. Se mostró poco efecto del fertilizante orgánico sobre el hidrógeno potencial (pH) en Bokashi 5,69. Materia orgánica (MO) de 3,96% bokashi y 3,85% compost. Estiércol de pollo 0,17% Nitrógeno (N), Fósforo (P), Estiércol de pollo 7,63 ppm, Potasio (K), Compost 66,19 ppm. Se ha demostrado que los fertilizantes orgánicos, especialmente el estiércol de pollo y el bokashi, aumentan la concentración de macronutrientes, especialmente nitrógeno, en el suelo.

Diaz et al. (2020), analizaron el co-compostaje de residuos sólidos municipales, caprinasa y biocarbón para su reciclaje en un vivero donde se recolectó suelo de mina en el sector César. El método consiste en el análisis fisicoquímico y microbiológico del suelo antes y después de la aplicación de compost mixto en vivero y soporte de plantas braquiales y difusas. Las propiedades de los materiales compuestos y sus efectos beneficiosos sobre el suelo indican un gran potencial para la remediación utilizando residuos sólidos urbanos y rurales.

Ye et al. (2019), añadieron biocarbón activado para investigar las influencias en las propiedades fisicoquímicas del suelo durante el compostaje. Las concentraciones de metales disponibles y arsénico en el suelo se detectaron en una gran reducción en el tratamiento de compostaje con mezcla de biocarbón. Sobre la base de la adsorción más fuerte y la actividad microbiana inducida por el biocarbón, el contenido inicial de PAH disponibles en el suelo de los humedales disminuyó para permanecer alrededor del 3,03 % y 5,47% por debajo del control (9,47%) en co-compostaje adicionado con biochar activado y fresco, respectivamente. La viabilidad de aplicar biocarbón en el co-compostaje con suelo contaminado se confirmó no solo por la alta eficiencia de remediación sino también por el reciclaje sostenible de los desechos agrícolas.

Tran et al. (2018), utilizaron el compostaje de residuos de alimentos para tratar suelos altamente contaminados con fuel oil. Después de 45 días de incubación, las eficiencias de eliminación de las pilas finas y gruesas fueron del 82 % y 93 %, respectivamente. Los resultados indicaron que la fracción granulométrica del suelo

afectó la eficiencia del tratamiento de compostaje. Este estudio demostró que el compostaje de desechos de alimentos sería una tecnología de tratamiento prometedora para suelos altamente contaminados con fuel oil.

Huaraca et al. (2020), analizaron la fijación de Cd en suelos agrícolas por aditivos orgánicos. El cadmio (Cd) es un problema mundial desde el advenimiento de los métodos agrícolas industrializados e intensivos. Reconocieron el impacto de los suelos agrícolas, existe un interés creciente en generar y/o usar técnicas útiles, no tóxicos y consideradas con el medio ambiente como la paralización in situ con aditivos orgánicos. Se concluyó que los compuestos orgánicos tienen un valor potencial para disminuir la absorción de Cd por las plantas y promover la inmovilización mediante procesos de adsorción, intercambio iónico, complejidad y precipitación.

Diaz (2021), contrastó la eficiencia del biochar y el compost para la fijación de metales pesados en suelo agrícola, donde se pudo determinar las propiedades fisicoquímicas de cada cambio, que dependían en gran medida de la materia orgánica utilizada; también se determinó que las dosis utilizadas en el proceso variaban entre 5% y 25% y si los cambios en los niveles de pH afectaban los resultados. Por lo tanto, se concluye que el compostaje es ligeramente diferente al biocarbón en la eliminación de metales pesados, ya que su captación es una reacción más natural y tiene mejores propiedades de conservación

Cruz (2022), evaluaron la importancia del compostaje y lombricompostaje como estrategias de biorremediación en suelos contaminados con elementos tóxicos peligrosos. Los resultados obtenidos se establecerán que las alteraciones en las comunidades de lombrices con componentes tóxicos peligrosos representan cambios en las comunidades de lombrices, reduciendo así la prevalencia de especies susceptibles. El uso de vermicomposta como estrategia de biorremediación fue alto en más de la mitad de los casos estudiados. La aplicación de compost a suelos que contenían contaminantes tóxicos peligrosos fue más del 80 % eficaz en la prevención o reducción de EPT en 10 suelos.

Álvarez et al. (2028), encontraron que los procesos de fermentación como el compostaje y el bokashi son una alternativa viable y sostenible para producir

fertilizantes orgánicos a partir de desechos agroindustriales de origen vegetal y animal. Su principal efecto es sobre la composición del suelo, que absorbe macro y microelementos y mejora sus propiedades fisicoquímicas y biológicas; con él viene la mejora del suelo y el rendimiento y la salud de los cultivos y mejora su calidad para la cosecha.

Sipion y Soto (2021), Se enfocaron en mejorar la idoneidad del suelo para la agricultura en el estado de Oyón mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos a base de lodos de pescado, y los resultados mostraron que el compostaje en una parcela de prueba de 1 m<sup>2</sup> tuvo el mejor efecto. Usado como acondicionador de suelos, tiene una capacidad de intercambio catiónico de 16,76 meq/100g, porosidad de 63,7%, N de 0,29%, P de 1219 mg/kg y CE de 74,9 mS/m. Llegaron a la conclusión de que el tratamiento de compostaje tuvo mejores resultados en el aumento de la adaptabilidad agrícola del suelo y la mejora de la calidad del suelo en comparación con otros tratamientos.

Seguidamente en base a las bases teóricas: Los agroquímicos son sustancia o mezcla de sustancias naturales o artificiales utilizadas en operaciones agrícolas para prevenir, eliminar y/o controlar plagas, enfermedades o malezas (Abdissa et al. 2018).

Estas sustancias suelen denominarse insecticidas o insecticidas, también llamados productos fitosanitarios o fitosanitarios, y se componen de insecticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas y más. También se incluyen en esta categoría las sustancias cuyo fin es proporcionar elementos promotores del crecimiento de las plantas, denominados fertilizantes y reguladores del crecimiento vegetal o reguladores de plantas, tratamientos postcosecha y de semillas (Chen et al. 2020).



*Figura 1: Uso de agroquímicos.  
Fuente: LEISA, Revista de agroecología, 2023*

En la figura 1 se muestra los tipos de agroquímicos que se utilizan en los cultivos agrícolas con la finalidad de controlar plagas y enfermedades, que a su vez generan impacto negativo a los ecosistemas.

Los agroquímicos se pueden dividir de diversas formas. Los dos más utilizados son: (a) en función de los patógenos que controlan: insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc. — y b) por ingrediente principal (AI) y/o grupo químico al que pertenecen, por ejemplo: clorofosfatos y organofosforados (en insecticidas), sulfitos y tiazidas (en herbicidas) y formazanoxiacrilatos y triadimenol (en fungicidas) (De Corato, 2020). Otra tipología es: por modo de acción o control (plaguicidas sistémicos o de contacto sistémicos), por su composición o desempeño comercial (polvo seco, líquido, polvo gaseoso) y por tiempo de aplicación al cultivo (estiércol, preemergencia, post -emergencia) (Ahmad et al. 2018).

*Tabla 1: Tipo de agroquímicos usados en cultivos*

<b>Agroquímicos</b>	
<b>Plaguicidas</b>	<b>Fertilizantes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fungicidas: Controlan enfermedades producidas por hongos.</li> <li>● Herbicidas: Control de malezas.</li> <li>● Insecticidas: Control de insectos.</li> <li>● Otros: Cura semillas, acaricidas, bactericidas y defoliantes, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sustancias que son usadas para el enriquecimiento de los nutrientes en el suelo.</li> </ul>

El suelo es el entorno natural en el que crecen las plantas. También se define como un cuerpo natural formado por capas de suelo formada de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua (Durán et al. 2020). El suelo es el producto final del tiempo, el clima, el relieve, los organismos (plantas, animales, personas) y las materias primas (rocas y minerales primitivos). El suelo difiere de su material original en términos de textura, estructura, consistencia, color y propiedades fisicoquímicas y biológicas (Galic y Bogunovic, 2018).

El suelo es una parte significativa de la "tierra" y el "ecosistema". Ambos son conceptos más amplios que contienen vegetación, clima y agua para la tierra, y consideraciones económicas y sociales para los ecosistemas (Ihab et al. 2022).

Además, se indican que los suelos contaminados ocurren cuando las concentraciones de contaminantes superficiales son tan altas que destruyen la biodiversidad de la Tierra y amenazan nuestra salud a través de los alimentos. (Díaz et al. 2022) Más específicamente, acciones como la ganadería y la agricultura intensas a menudo usan drogas, pesticidas y fertilizantes para contaminar los campos, así como metales pesados y otras sustancias químicas naturales o artificiales (Islam et al. 2018).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la contaminación del suelo es una grave amenaza mundial, especialmente en regiones como Europa, Eurasia, Asia y el norte de África. El grupo internacional también dice que un tercio de los suelos del mundo están degradados de severa a moderadamente, y el proceso es tan lento que se necesitan 1.000 años para que se acumule una pulgada de tierra vegetal (Qiuling et al. 2022).

La razón de la contaminación es que la erosión, la salinización, la acidificación, la pérdida de carbono orgánico, la solidificación y la polución química son las causas principales de la actual degradación del suelo. (Rocco et al. 2018). La contaminación puntual: se produce en un área pequeña por un motivo específico, la causa es fácilmente identificable. Esta contaminación terrestre es frecuente en vertederos ilegales, ciudades, cunetas, antiguas fábricas, y plantas de tratamiento de aguas residuales (Luo et al. 2018). También la contaminación difusa: está muy extendida y sus causas son variadas o difíciles de precisar. El evento incluyó la



propagación de contaminantes a través del sistema aire-suelo-agua, afectando significativamente la salud humana y ambiente (Sharma et al. 2019)

Ante este problema, la contaminación tiene consecuencias como daños a la salud, degradación de cultivos, cambio climático, contaminación del agua y del aire, desplazamiento de poblaciones, extinción de especies, desertificación y consecuencias económicas.

Las propiedades físicas del suelo, como la distribución del suelo, reducen directamente la aireación, la transferencia de calor, el desarrollo de raíces, el transporte de agua del suelo y la firmeza a la erosión. El agua es un componente elemental significativo que influye en la estructura del suelo, ya que diluye y precipita los minerales, lo que afecta el desarrollo de las plantas (Kumar et al. 2018). La definición original de la profundidad del suelo es la capa superior del suelo (nivel A) y el subsuelo (E y B). La capa C se define como una capa con poca formación de suelo (Matosic et al. 2018).

La calidad del suelo describe la proporción de constituyentes inorgánicos de varias formas y tamaños, como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad sustancial que perturba la productividad, junto con la capacidad de retención de agua, la aireación, el drenaje, el contenido de materia orgánica y otras características (Sharma et al. 2019). Además, el color del suelo depende de su composición y depende del contenido de agua, la materia orgánica presente y el grado de oxidación de la materia inorgánica presente. Algunas características del suelo pueden valorarse como medidas sustitutas (Schroder et al. 2018). La porosidad del suelo es el porcentaje del volumen del suelo no ocupado por materia sólida. En general, el volumen del suelo está compuesto por un 50 % de materia sólida (45 % de materia mineral y 5 % de materia orgánica) y un 50 % de porosidad (Singh et al. 2019). Más la densidad del suelo, midiendo la densidad, se puede determinar la porosidad total del suelo, peso por volumen de piso (Urrea et al. 2019).

Sobre la química del suelo la capacidad de intercambio de cationes. Se define como la cantidad de carga negativa en el suelo y se expresa en meq/100 g de suelo. A medida que aumenta el pH, aumenta la carga negativa. Se debe a la precipitación del aluminio. Disminución de la concentración de iones de hidrógeno. En

consecuencia, CIC (Fernández et al. 2018). El pH es una de las propiedades fisicoquímicas con más importancia del suelo. Esto es para determinar la disponibilidad de nutrientes de las plantas y determinar su solubilidad y la actividad de los microorganismos que pueden mineralizar la materia orgánica (Gil et al. 2018). Nitrógeno, la disponibilidad de este elemento pende de la mineralización de la materia orgánica por parte de los microorganismos (Setyowati et al. 2018). El fósforo, el aluminio y el hierro son altamente solubles cuando el pH es ácido. Estos compuestos precipitan como compuestos insolubles con fósforo (Soobhany, 2018). Calcio, magnesio y potasio, la solubilidad de estos elementos aumenta de pH 7 a 8,5. Disminuye en suelos ácidos, por lo que es más probable que estos elementos se eliminen del perfil. (Vargas y Pérez, 2019). El azufre existe como  $\text{SO}_4$ . A pH ácido, reaccionan y absorben hierro y aluminio, haciéndolos inaceptables para las plantas (Waqas et al. 2018). El hierro y el magnesio son números ácidos porque a pH alto precipitan en compuestos insolubles como hidróxidos y óxidos, respectivamente (Zarate, 2018).

El cobre y el zinc, estos elementos, al igual que sus predecesores, tienen una solubilidad muy limitada a niveles altos de pH, así como una mayor adsorción de compuestos orgánicos e inorgánicos (Tran et al. 2018). Boro, un aumento en el pH limita la solubilidad del boro. Por tanto, su máxima solubilidad está entre pH 5 y 7 (Su et al. 2020). El molibdeno es el único macronutriente cuya disponibilidad aumenta con el pH porque es retenido por los óxidos de hierro y aluminio hidratados (Sipion y Soto, 2021). % de saturación de bases, es decir Un aumento del pH a un valor cercano a 7 aumenta la solubilidad de varios elementos, lo que se traduce en un aumento del porcentaje de saturación de bases (Sharma et al. 2019). Las concentraciones de iones tóxicos, aluminio y manganeso son más solubles a pH ácido, se pueden alcanzar concentraciones tóxicas para las plantas (Rocco et al. 2018).

Seguidamente, los residuos orgánicos se degradan de manera natural y tienen la propiedad de poder descomponerse o descomponerse rápidamente y transformarse en otra materia orgánica (Huaraca et al. 2020). Por lo general, se procesan mediante alguna tecnología de compostaje utilizada en los hogares, la industria, las plantas de tratamiento de aguas residuales, la agricultura, la

horticultura y la silvicultura, etc. (Díaz et al., 2020). La cantidad, composición y propiedades físicas de los residuos vegetales están influenciadas por diversos factores como el origen, el proceso de producción, la preparación, la estación, el sistema de recolección, la estructura social y la cultura (Cruz, 2022).

Los tipos de desechos, como los desechos de alimentos, se denominan biorresiduos domésticos y constituyen la parte orgánica de los desechos de alimentos, lo que básicamente indica que se trata de desechos de alimentos, alimentos en mal estado (Chen et al. 2020). Las heces animales son el residuo metabólico de los alimentos ingeridos por los animales, el organismo absorbe los nutrientes necesarios para su mantenimiento, producción y reproducción, y el resto son elementos no digeridos, por lo que se excreta en heces y orina (Álvarez et al. 2018). Los residuos de poda y jardinería, donde las operaciones de poda y mantenimiento de parques y jardines son grandes y relativamente ligeras y consisten en ramas, madera flotante y follaje que contiene numerosas hojas que pueden o no ser de origen vegetal. Produce una gran cantidad de residuos que se caracterizan por: Varía según la especie de árbol (Ahmad et al. 2018).



*Figura 2: Tipos de residuos orgánicos*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

El compostaje es un método que crea las situaciones necesarias para que los organismos en descomposición produzcan fertilizantes de alta calidad a partir de desechos orgánicos (Abdissa et al. 2018). El proceso reside en crear las condiciones de luz, humedad y temperatura necesarias para que la materia

orgánica sea degradada por diversos microorganismos, pequeños invertebrados y oxidación biológica. El proceso de compostaje casi no necesita luz y la temperatura exterior ideal debe estar entre los 15°C. y 25°C. La humedad es de alrededor del 50%, lo que significa que ciertamente está húmedo, pero no gotea (Cotrina et al. 2020).



*Figura 3: Compost de residuos orgánicos*

*Fuente: Elaboración propia, 2023*

Posteriormente la *Lactuca sativa L.*, es una planta anual de la familia de las compuestas. Se cultiva principalmente como verdura de hoja, pero a veces también se cultiva como tallos y semillas. La lechuga es una lenteja, aunque también aparece en otros alimentos como sopas, bocadillos, bocadillos y wraps; también se puede hacer a la parrilla. La lechuga china negra (lechuga espárrago) se cultiva por sus tallos y se puede comer cruda o cocida. Además de su uso principal como hoja verde, ha tenido una importancia religiosa y medicinal en la dieta humana durante siglos (Minagri, 2018).



*Figura 4: Lactuca sativa L (Lechuga)*

En la figura 5 se muestran los tipos de *Lactuca sativa L* (Lechuga) en los cultivos de hortalizas.

Por lo tanto, las características de la *Lactuca sativa L*. tiene forma redonda con hojas grandes, alargadas y en forma de cuchara que son verdes por fuera y se vuelven blancas más cerca del tallo. Duradero, muy fuerte, con una cabeza grande. Tarda unos 95 días en madurar (Sipion et al. 2021).

En Cogollada, sus hojas se disponen inicialmente en rosetas y luego se expanden. En arrepollada, las hojas crecen por encima de otra capa, como la col o col, que contiene la yema terminal (donde se producen las hojas). Esta ensalada tiene un sabor crujiente y es una gran adición a ensaladas y sándwiches. (Sharma et al. 2019).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación: Es aplicada Según (Abarza, 2018), los investigadores se enfocan en resolver problemas prácticos en un entorno físico. También se puede utilizar para monitorear el comportamiento competitivo. Por ello es que se desarrolló conocimientos y teorías en los problemas planteados en la investigación de aprovechar a los residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho Provincia de Huamanga 2022.

Además, según Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018), este estudio tiene un enfoque cuantitativo. Se trata de una comparación de las teorías existentes en cuanto al conjunto de hipótesis necesarias para utilizar una muestra obtenida aleatoriamente o discriminatoria, pero representativa de la población o fenómeno objeto de estudio.

El diseño de Investigación: es experimental; Según (Arias et al., 2021), analizan por qué una o más variables independientes influyen en una o más variables dependientes. Una variable independiente es de interés para un científico porque es una variable hipotética que es una de las causas de un resultado hipotético.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

**Variable Independiente:** Residuos orgánicos para compostaje.

**Variable Dependiente:** Mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos

Tabla 2: Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
<b>VI:</b> Residuos orgánicos para compostaje	El compostaje es una transformación biológica aeróbica que muda los desechos orgánicos degradables en un material estable y estéril llamado compost bajo condiciones controladas de aireación, temperatura y humedad, y se utiliza en suelos contaminados. Se puede utilizar como complemento orgánico para la restauración o producción de diferentes cultivos (Cruz, 2022).	Se recopilaron residuos de verduras y frutas del mercado del distrito de Tambillo, para la producción de compost, esto pasó por el proceso de fermentación con ayuda de macroorganismos eficiente. Luego se realizó el control de temperatura y pH en un periodo de 60 días para la obtención del producto final.	Características de los residuos de mercado	Color	---
				Olor	---
				Volumen	m <sup>3</sup>
				Peso de restos de frutas	kg
				Peso restos de verduras	kg
			Características del compostaje	Color	---
				Calcio	%
				Nitrógeno	%
				Fósforo	%
				Potasio	%
pH	---				
<b>VD:</b> Mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos.	La aplicación del compostaje de residuos orgánicos actuará como bioestimulantes orgánicos en pequeñas cantidades serán capaces de originar el desarrollo y perfeccionamiento de las plantas (Kumar et al., 2018).	Se aplicaron diferentes dosis de compostaje de residuos orgánicos previo al análisis de los suelos sin tratamiento en macetas de 3 kg de suelo cada una, donde evaluó la eficiencia de producción de la <i>Lactuca sativa L</i> en base a la determinación del mejoramiento del suelo contaminado.	Dosis optima del compostaje aplicado al suelo.	0 gr/plta	gr/plta
				0.100 gr/plta	gr/plta
				0.200 gr/plta	gr/plta
				0.300 gr/plta	gr/plta
			Características físicas del suelo pre y post tratamiento	Densidad	t/m <sup>3</sup>
				Humedad	%
				Color	***
				MO	%
				Textura	%
			Características químicas del suelo	CIC	***
				pH	1-14
				Nitrógeno	%

			pre y post tratamiento	Fósforo	%
				Potasio	%
				Plomo	ppm
				Cadmio	ppm
				Arsénico	ppm



### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Estuvo constituida por todos los suelos contaminados por agroquímicos alrededor del ámbito de estudio del centro poblado Alanya del distrito de Tambillo en la Provincia de Huamanga.

**Muestra:** Para la muestra estuvo constituida por el suelo contaminado en base a 12 kg distribuido en 12 macetas de 1 kg cada una del del centro poblado Alanya.

**Muestreo:** El tipo de muestreo es aleatorio. Se define que a cada sujeto se le asigna un número de correlación y cada individuo es seleccionado al azar hasta completar la muestra requerida.

**Unidad de análisis:** Suelo contaminado por agroquímicos.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas de recolección de datos

- Observación directa: Una técnica que se usó mediante la elaboración del compostaje y producción de *Lactuca sativa L.* Donde según Vega, (2015). Es el fenómeno de un objeto de estudio que está en contacto directo con los elementos o personajes representados, y los resultados obtenidos se consideran datos estadísticos únicos.
- Análisis documental: Es una técnica que facilita el análisis de los documentos consultados como artículos, libros, revistas y tesis que sirven para la alimentación de la síntesis de la investigación. Donde según Castillo (2005). Es un conjunto de operaciones encaminadas a presentar un documento y su contenido de forma diferente a su forma original, permitiendo su posterior recuperación e identificación.

#### Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de la investigación fueron mediante fichas de recolección de datos, además de válidos y confiados por expertos:

- Guía de observación directa. Es el instrumento utilizado para los datos de recolección de los análisis de laboratorio.

- Ficha de recolección de datos en campo. Fue donde se plasmó por escrito toda información significativa que ha sido encontrado en el proceso de aplicación del compostaje de residuos orgánicos, además el efecto en el desarrollo de las plantas de *Lactuca sativa L.*

### **3.5. Procedimiento**

#### **3.5.1. Ubicación**

El trabajo de investigación se desarrolló en el centro poblado de Alanya, Distrito de Tambillo, Provincia de Huamanga en Ayacucho, ubicado en la región andina del Perú, con una superficie total de 43.821 kilómetros cuadrados, que corresponde al 3,4% del territorio nacional.

#### **3.5.2. Procesos de aplicación.**

En el desarrollo de la investigación se contempló mediante el procedimiento teniendo en consideración 2 etapas de inicio a final de acuerdo a los tratamientos y análisis correspondientes:

##### **ETAPA 1: Gabinete inicial**

- Se recaudó toda la información necesaria de diferentes investigaciones al nivel internacional, nacional e incluso local.
- Se hizo el reconocimiento del lugar donde se tomarán las muestras de suelo para laboratorio inicial y posterior al tratamiento.
- Se elaboraron los instrumentos que fueron usados desde inicio a final del tratamiento.
- Se tuvo coordinaciones con algunos agricultores expertos en el manejo de cultivos como guía para un mejor tratamiento en la recuperación de los suelos contaminados.
- Se realizó la adquisición de los residuos orgánicos para elaborar el compostaje.
- Se ejecutó la preparación del compostaje a base de residuos orgánicos.

##### **ETAPA 2: Trabajo de campo y laboratorio**

- En primera instancia se tomaron muestras del suelo contaminado antes de la aplicación del compostaje para determinar las características físico-químicas dando uso a un laboratorio.
- Para ello se recolectó 1 kg de suelo para posteriormente enviar a laboratorio y determinar la presencia y valores de los contaminantes en el suelo.
- Se realizó la preparación de suelos, separando cada tratamiento por macetas.
- Las masetas para la aplicación fueron acondicionadas mediante un diseño bloques conformada por 4 columnas, obteniendo 1 kg de suelo cada masetta, considerados como (T1, T2, T3 y T4). posterior a sus 3 repeticiones

#### TRATAMIENTOS:

- Los tratamientos fueron considerados como:
- T1: 0 gr/plta de compostaje.
- T2: 0.100 gr/plta de compostaje.
- T3: 0.200 gr/plta de compostaje.
- T4: 0.300 gr/plta de compostaje

#### DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.

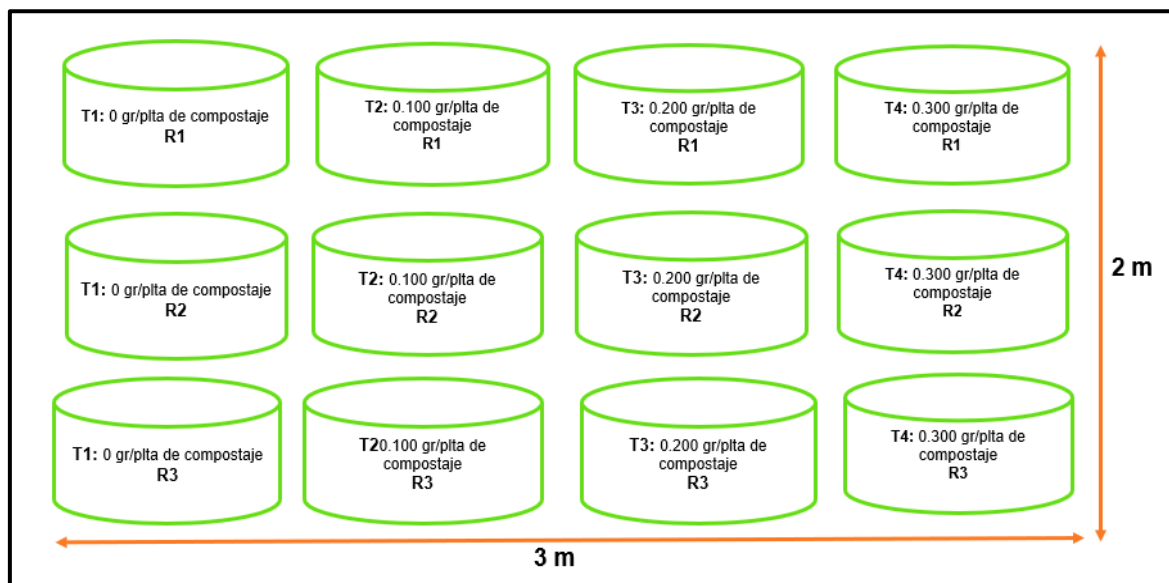


Figura 5: Diseño de aplicación del compostaje con diferentes dosis.

Fuente: *Elaboración propia, 2023*

### **MANEJO DEL CULTIVO DE *LACTUCA SATIVA* L.**

- Posterior a las 3 repeticiones de los tratamientos se extrajeron muestras de suelo de 1 kg por tratamiento para los análisis correspondientes en laboratorio, así determinar la recuperación del suelo contaminado.
- Se efectuó las mediciones de la altura de la planta de *Lactuca sativa* L.
- Se contaron los números de hojas de cada planta.
- Se realizó el pesado correspondiente de la planta de *Lactuca sativa* L. al finalizar el tratamiento.
- Posterior a la recolección de datos de campo y laboratorio se realizó el procesamiento correspondiente.
- Se cumplió con la presentación final de la investigación.
- Posteriormente se llevó a cabo el levantamiento de las observaciones correspondientes por el asesor.
- Por último, se ejecutó la sustentación final de la tesis.

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

El método de análisis de datos estuvo planteado bajo el diseño estadístico completamente al azar el cual tiene 3 tratamientos, 3 repeticiones y una unidad experimental una maseta de 1 kg de suelo que fueron analizados y procesados mediante tablas y figuras en el programa Microsoft Excel y con ayuda del programa estadístico SPSS-25, y posterior interpretación de acuerdo a lo analizados y tratado.

### **3.7. Aspectos éticos**

La información de la investigación fue extraída de fuentes confiables con respecto a sus respectivos derechos de propiedad intelectual. El caso de tesis fue elaborado a partir de los lineamientos de la Universidad César Vallejo según la Guía No. 110 sobre la elaboración de tesis. Establece un formato de investigación que respeta los derechos de propiedad intelectual de la norma internacional ISO 690 en referencias y documentos.

#### IV. RESULTADOS

##### IV.1. Residuos orgánicos y proceso de elaboración de compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga.

En la producción de compost se seleccionaron los residuos orgánicos producidos por día en el mercado del distrito de Tambillo, Descrito en la tabla 3.

Tabla 3: Residuos orgánicos usados en la producción de compost

Ítem	Residuos orgánicos	Peso (Kg)
1	Restos de mandarina	30
2	Cáscara de naranja	20
3	Zapallos	6
4	Ají	2
5	Zanahorias	5
6	Restos de vegetales	10
7	Restos de maracuyá	3
8	Restos de piña	1.5
9	Restos de papas	10
10	Restos de verdura	8
<b>Total</b>		<b>95.5</b>

Fuente: Elaboración propia, 2023

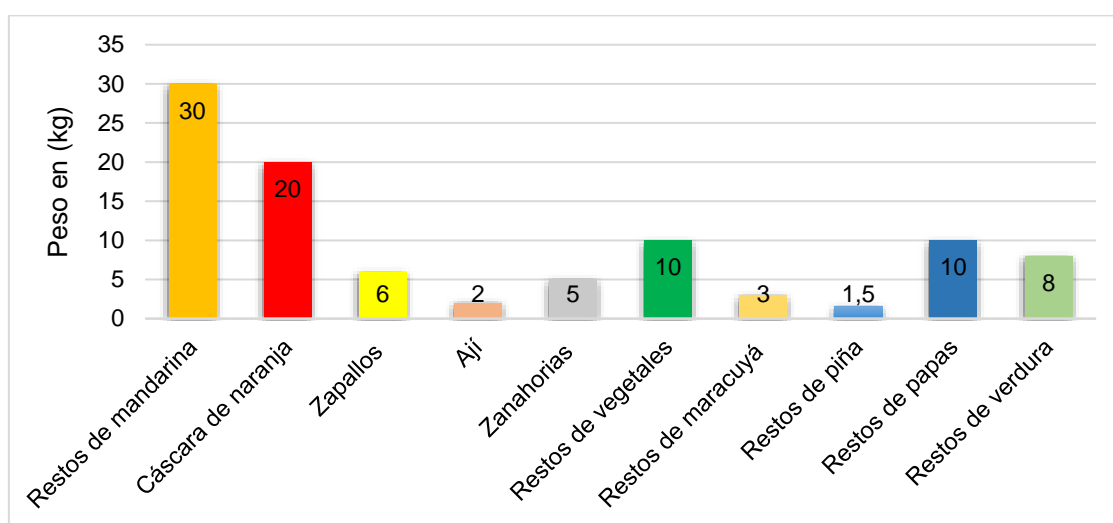


Figura 6: Residuos orgánicos usados en el compostaje  
Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 6 se mostró todos los residuos orgánicos con mayor peso producidos en el mercado del distrito de Tambillo como 30 kg de restos de mandarina, 20 kg de cáscara de naranja, 6 kg de zapallos, 2 kg de ají, 5 kg de zanahoria, 10 kg de restos de vegetales, 3 kg de restos de maracuyá, 1.5 kg de restos de piña, 10 kg de restos de papas y 8 kg de restos de verduras. Los residuos orgánicos son ubicados en las composteras por un tiempo de terminado para el proceso de descomposición seguido del producto final como el compost.

La caracterización fisicoquímica del compost de residuos orgánicos fue: el pH es de 8.7. La conductividad eléctrica (C.E) fue de 10.8 ds/m; el nitrógeno (N) fue de 1.86 %; el fósforo (P) fue de 4.96 %, el S-SO<sub>4</sub>-2 es de 0.22%, el potasio (K) fue de 3.85%, el calcio fue de 12.4%, el magnesio (Mg) fue de 0.87%, el sodio fue de 0.44%, materia orgánica fue de 19.24%, el zinc (Zn) fue de 524.45 ppm, el cobre fue de 22ppm, el manganeso (Mn) fue de 128.3ppm, fierro de 3010.22ppm y boro tuvo el 2.75ppm. Concentraciones de micro y macronutrientes fundamentales en la recuperación de suelos contaminados. (Tabla 4 y figura 7, 8)

*Tabla 4: Calidad del compost en micro y macro nutrientes.*

Ítem	Características del compostaje	Unidad	Concentración
1	pH	---	8.7
2	Conductividad eléctrica	dS/m	10.8
3	Nitrógeno	%	1.86
4	Fósforo	%	4.96
5	S-SO <sub>4</sub> -2	%	0.22
6	Potasio	%	3.85
7	Calcio	%	12.4
8	Magnesio	%	0.87
9	Sodio	%	0.44
10	Materia orgánica	%	19.24
11	Zinc	ppm	524.45
12	Cobre	ppm	22
13	Manganeso	ppm	128.3

14	Fierro	ppm	3010.22
15	Boro	ppm	2.75

Fuente: Elaboración propia, 2023

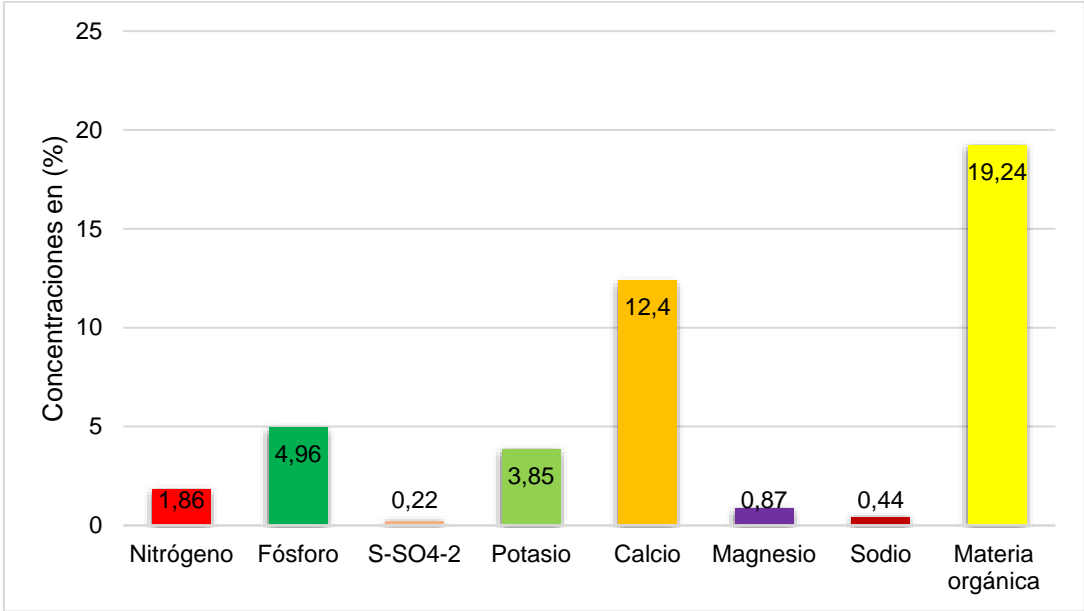


Figura 7: Características del compostaje en porcentaje

Fuente: Elaboración propia, 2023

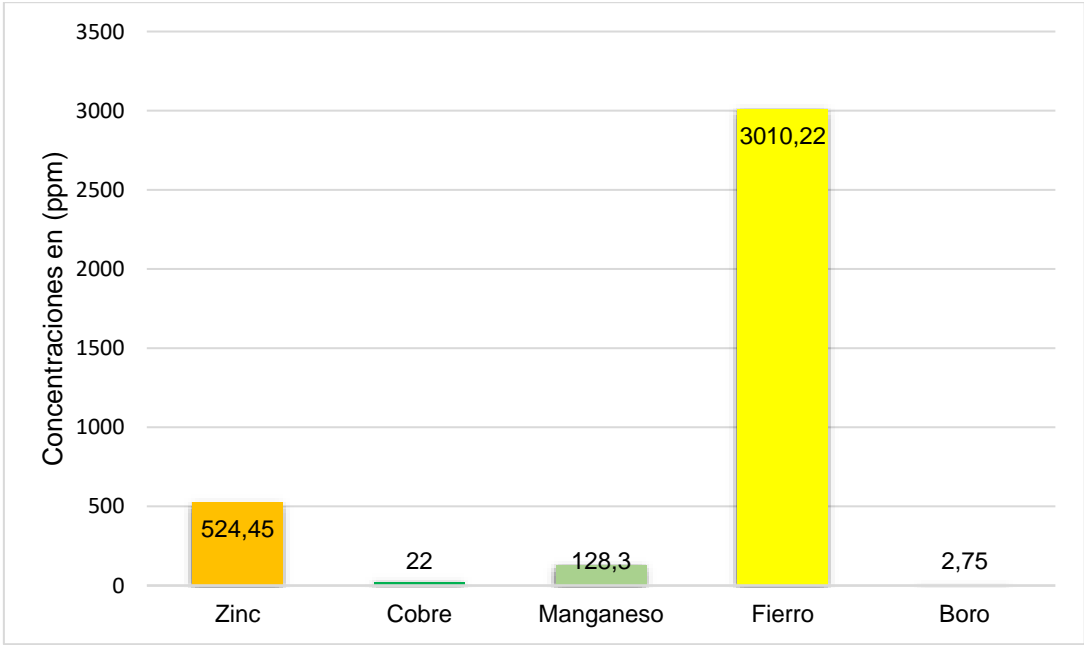


Figura 8: Características del compostaje en porcentaje

Fuente: Elaboración propia, 2023

#### IV.2. Características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* antes de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos.

Las características fisicoquímicas del suelo sin la aplicación de compost de residuos orgánicos de los cultivos de *Lactuca sativa L*, se extrajeron las muestras del suelo sin tratar de la parcela de estudio que fueron enviadas al laboratorio obteniendo los siguientes resultados (tabla 5).

Tabla 5: Características físicas del suelo sin tratar

Parámetros	Unidades	Concentración
	Arena %	54.5
Textura	Arcilla %	22.3
	Limo %	22.3
	---	Franco arenoso
Clase textural	---	Franco arenoso
Porosidad	g/cm <sup>3</sup>	2.56
Humedad	%	38
Color	---	Negro claro
Temperatura	°C	22
Densidad	t/m <sup>3</sup>	1.44

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la tabla 5 se mostraron las características físicas del suelo sin tratar con 54.5% de arena, 22.3% de arcilla, 22.3% de limo, la clase textural es franco arenoso, la porosidad es de 2.56 g/cm<sup>3</sup>, 38% de humedad, el color fue negro claro, 22 °C de temperatura y 1.44 t/m<sup>3</sup> de densidad.

Tabla 6: Características químicas del suelo sin tratar

Parámetros	Unidades	Concentración
Nitrógeno	%	0.1
Fósforo	ppm	12.21
Potasio	ppm	214.23
Calcio	Meq/100g	8.14
Magnesio	Meq/100g	0.96
Sodio	Meq/100g	0.5



CIC	***	25
MO	%	2.32
pH	---	6.2

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la tabla 6 se mostraron las características químicas del suelo sin tratar con 0.1% de nitrógeno, 12.21 ppm de fósforo, 214.23ppm de potasio, 8.14 meq/100g de calcio, 0.96 meq/100g de magnesio, 0.5 meq/100g de sodio y 25 de capacidad de intercambio catiónico (CIC), 2.32% de materia orgánica y 6.2 de pH del suelo de cultivos de lechuga.

*Tabla 7: Presencia de metales pesados en el suelo sin tratar*

Metales	Unidades	Concentración	ECA
Plomo	ppm	62.3	70
Cadmio	ppm	1.5	1.4
Arsénico	ppm	54.2	50

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la tabla 7 se mostraron la presencia de metales pesados en el suelo sin tratar con 62.3ppm de plomo que no sobre paso los ECA para suelos agrícolas de 70 mg/kg, 1.5ppm de cadmio que sobre paso los ECA para suelos agrícolas de 1.4 mg/kg, 54.2ppm de arsénico que sobre paso los ECA para suelos agrícolas de 50 mg/kg, metales pesados que perjudican la calidad del suelo y la salud de las personas.

### **IV.3. Características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de *Lactuca sativa L* después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos para la determinación del efecto.**

Finalizando los tratamientos con la aplicación de compost de residuos orgánicos con dosis de 100g, 200g y 300g en macetas con suelos de cultivos de *Lactuca sativa L* por un tiempo determinado de 25 días, posteriormente se extrajeron las muestras del suelo tratado que fueron enviadas al laboratorio obteniendo los siguientes resultados (tabla 8).

Tabla 8: Textura del suelo tratado con compost de residuos orgánicos

Tratamiento	Textura			Clase textural
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	
T1	53.8	21.9	22.2	F. Arenoso
	52.1	21.9	22.8	F. Arenoso
<b>Promedio</b>	<b>51.833</b>	<b>20.633</b>	<b>20.867</b>	<b>F. Arenoso</b>
	49.6	18.1	17.6	F. Arenoso
T2	49.7	19.3	17.7	F. Arenoso
	47.9	12.6	14.6	F. Arenoso
<b>Promedio</b>	<b>48.733</b>	<b>17.067</b>	<b>16.733</b>	<b>F. Arenoso</b>
	48.6	19.3	17.9	F. Arenoso
T3	45.4	14.3	15.9	F. Arenoso
	46.8	16	14.6	F. Arenoso
<b>Promedio</b>	<b>45.800</b>	<b>16.033</b>	<b>14.767</b>	<b>F. Arenoso</b>
	45.2	17.8	13.8	F. Arenoso
T4	42.8	15.2	14.4	F. Arenoso
	42.2	15.9	14.7	F. Arenoso
<b>Promedio</b>	<b>43.200</b>	<b>15.200</b>	<b>14.400</b>	<b>F. Arenoso</b>
	44.6	14.5	14.1	F. Arenoso

Fuente: Elaboración propia, 2023

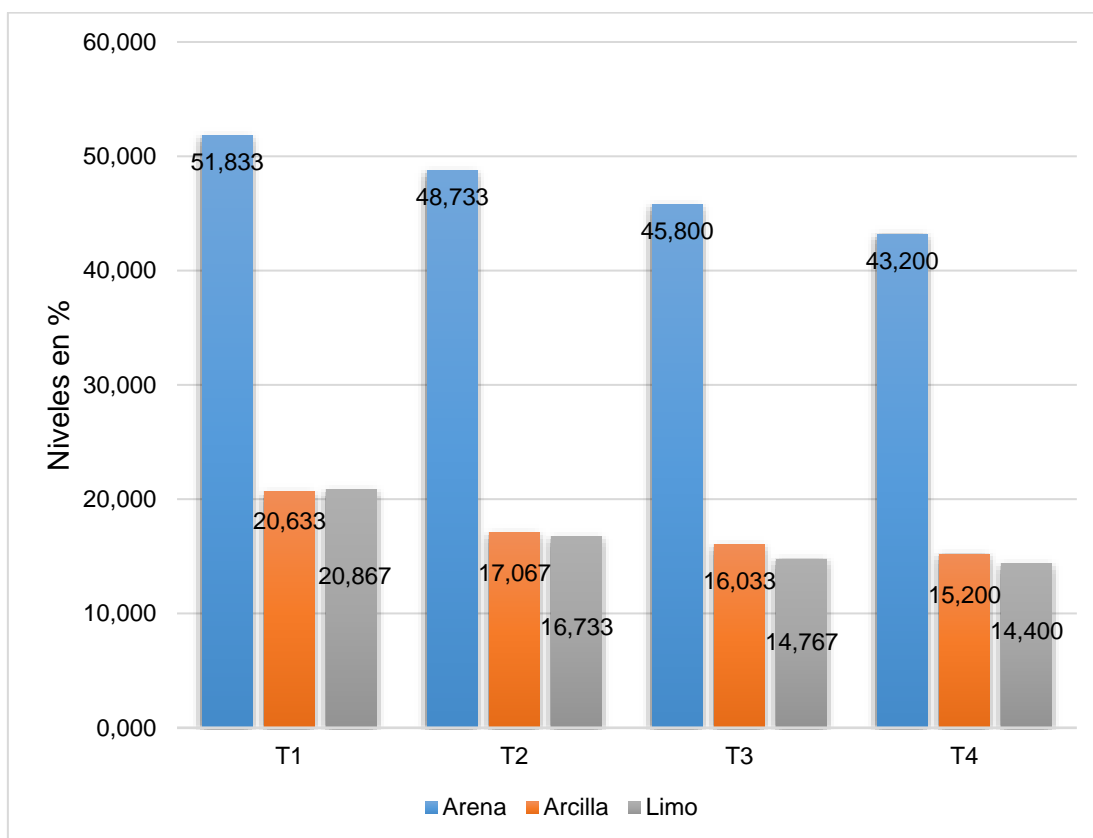


Figura 9: Porcentaje textural del suelo tratado

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura 9 las características del suelo del cultivo de de *Lactuca sativa L*, en Tambillo, Provincia de Huamanga fueron: La textura del suelo es arcillosa, sin tratamiento es de 51.833%; luego al añadir 100g de compost disminuyo a 48.733%. Con 200g de compost se redujo a 45,800% con la incorporación de 300g de compost disminuyó a 43.200%.

Seguidamente por la aplicación compost de residuos orgánicos con dosis de 100g, 200g y 300g en macetas de 1kg de suelo de cultivos de *Lactuca sativa L* por un tiempo determinado de 25 días, posteriormente se extrajeron las muestras del suelo tratado que fueron enviadas al laboratorio obteniendo los siguientes resultados como se mostraron en la tabla 9.

*Tabla 9: Caracterización del suelo pre y post aplicación de compost*

Indicadores	T1: testigo	Post Aplicación		
		T2	T3	T4
pH	6.37	6.70	7.07	7.43
C.E us/cm	387.733	396.533	374.933	318.883
Materia Orgánica %	2.260	1.910	3.060	3.857
N %	0.1000	0.1000	0.1281	0.1399
P ppm	10.610	11.037	15.730	18.060
K ppm	205.343	210.793	239.757	247.267
CIC	27.333	27.333	31.000	36.000
Ca	7.770	8.063	12.687	14.700
Mg	0.883	0.840	0.847	0.913
Na	0.333	0.233	0.267	0.200

Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 10: Análisis de varianza del pH del suelo en pre y post tratamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Valor	Pr > F
Tratamientos	3	0.0350	0.0073	1	0.561
Error	9	0.08666	0.00822		
Suma total	12	0.12166			

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la tabla 10 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de pH de los suelos tratados de cultivos de lechuga, durante un periodo de 25 días, posterior a la aplicación del compostaje de residuos orgánicos; mostrando que si se encontró significación basada en el efecto.

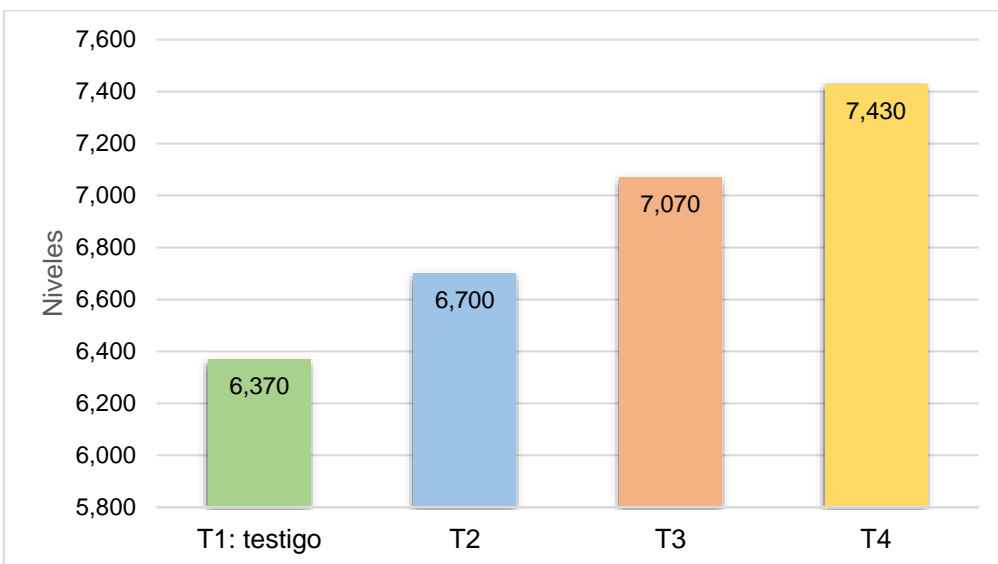


Figura 10: pH del suelo en pre y post tratamiento con compost

Fuente: Elaboración propia, 2023

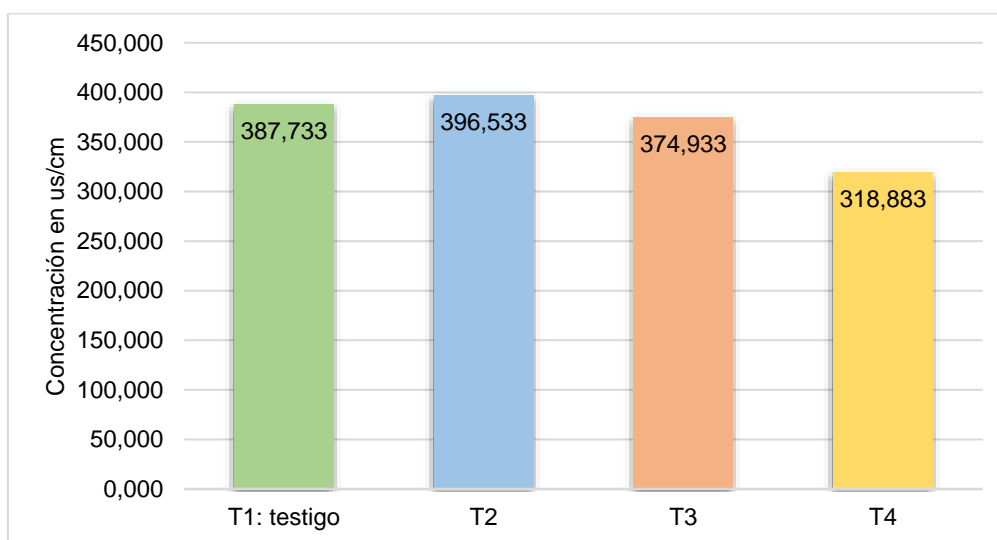
De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de pH en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 10. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de pH fue T4= 7.430, encontrando una calificación neutra, seguido de los tratamientos T3= 7.070 con calificación neutro, T2= 6.700 con calificación neutro y el T1: 6.370 con calificación neutro como testigo del tratamiento con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente.

*Tabla 11: Análisis de varianza de la conductividad eléctrica del suelo en pre y post tratamiento*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Valor	Pr > F
Tratamientos	3	110.66523	28.55682	1.22	0.542
Error	9	235.66331	24.45886		
Suma total	12	346.32854			

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la tabla 11 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de la conductividad eléctrica de los suelos tratados de cultivos de lechuga, durante un periodo de 25 días, posterior a la aplicación del compostaje de residuos orgánicos; mostrando que si se encontró significación basada en el efecto.



*Figura 11: Conductividad eléctrica del suelo en pre y post tratamiento con compost*  
Fuente: Elaboración propia, 2023

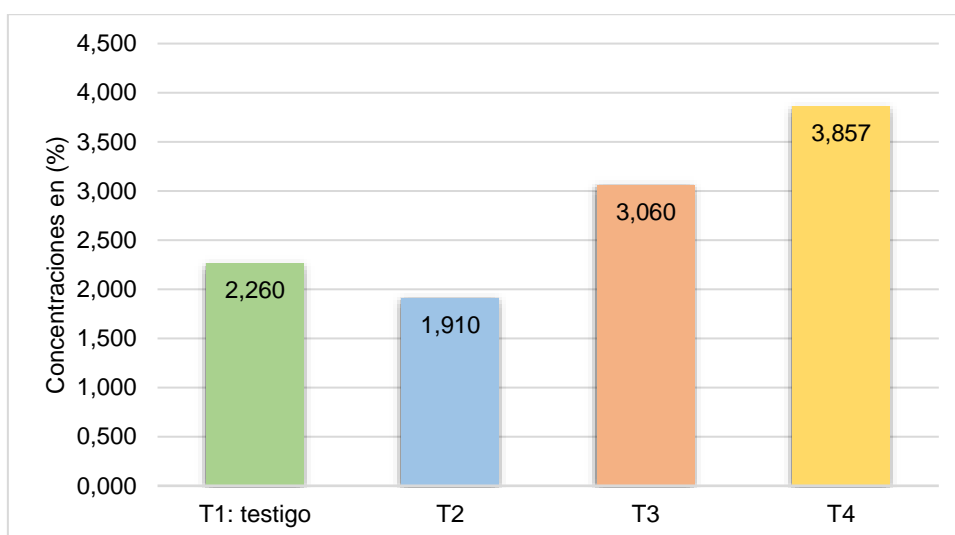
De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de la conductividad eléctrica en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 11. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de conductividad eléctrica fue T2= 396.533 us/cm, seguido de los tratamientos T3= 387.733 us/cm, T3= 374.933 us/cm y el T4: 381.883us/cm con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que las sales disueltas se encontraron dentro de lo permitido

*Tabla 12: Análisis de varianza de la materia orgánica del suelo en pre y post tratamiento*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Valor	Pr > F
Tratamientos	3	0.18320	0.1082	1	0.5320
Error	9	0.16300	0.24533		
Suma total	12	0.34620			

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la tabla 12 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de la materia orgánica de los suelos tratados de cultivos de lechuga, durante un periodo de 25 días, posterior a la aplicación del compostaje de residuos orgánicos; mostrando que si se encontró significación basada en el efecto.



*Figura 12: Materia orgánica del suelo en pre y post tratamiento con compost*  
Fuente: Elaboración propia, 2023

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de la materia orgánica en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 12. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de materia orgánica fue T3= 3.857%, seguido de los tratamientos T3= 3.060%, T1= 2.260% y el T2: 1.910% con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de materia orgánica

Tabla 13: Análisis de varianza del nitrógeno del suelo en pre y post tratamiento

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Valor	Pr > F
Tratamientos	3	12.12220	32.44412	12.28	<.0011
Error	9	11.22320	2.12355		
SUMA TOTAL	12	23.34540			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de nitrógeno de los suelos tratados de cultivos de lechuga, durante un periodo de 25 días, posterior a la aplicación del compostaje de residuos orgánicos; mostrando que se encontró poca significancia en base al efecto.

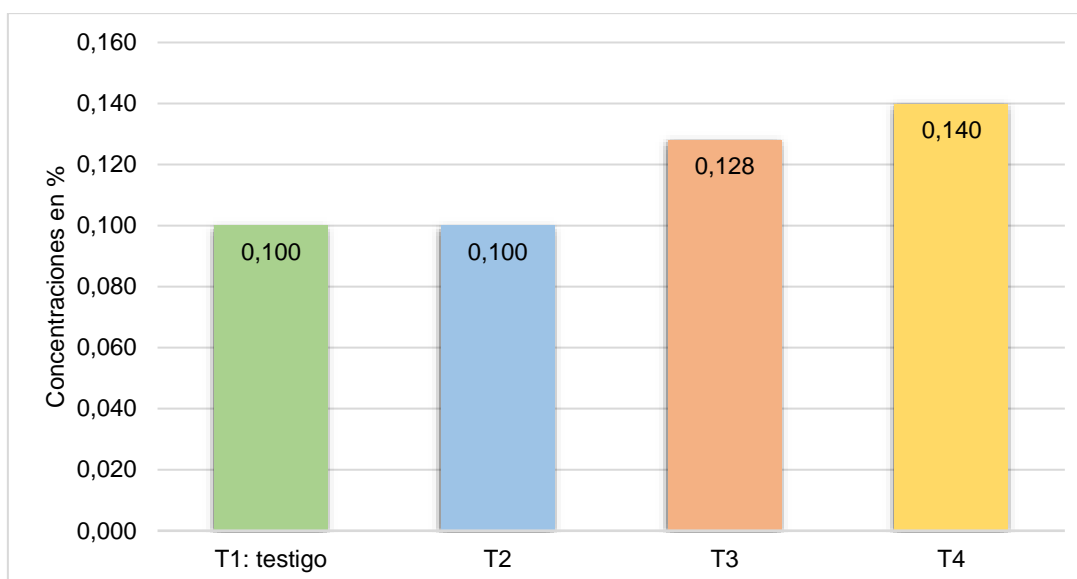


Figura 13: Nitrógeno del suelo en pre y post tratamiento con compost  
Fuente: Elaboración propia, 2023

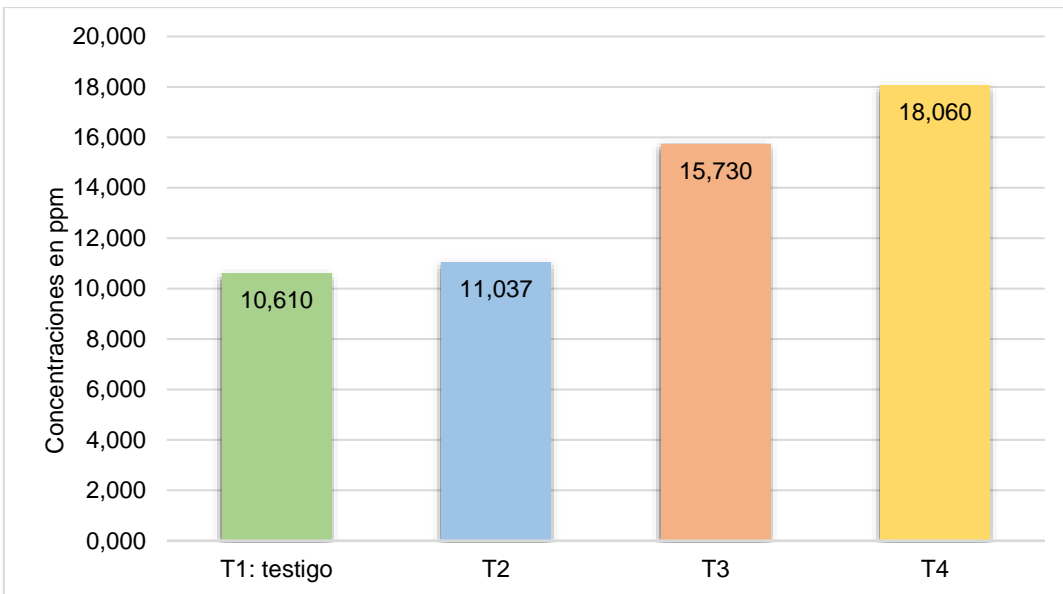
De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de nitrógeno en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 13. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de nitrógeno fue T4= 0.140%, seguido de los tratamientos T3= 0.128%, T2= 0.100% y el T1: 0.100% con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de materia orgánica.

*Tabla 14: Análisis de varianza del fósforo del suelo en pre y post tratamiento*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Valor	Pr > F
Tratamientos	3	16.22356	4.23565	3.128	0.0301
Error	9	1.23332	0.56983		
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>17.42562</b>			

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la tabla 14 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de nitrógeno de los suelos tratados de cultivos de lechuga, durante un periodo de 25 días, posterior a la aplicación del compostaje de residuos orgánicos; mostrando que se encontró poca significancia en base al efecto

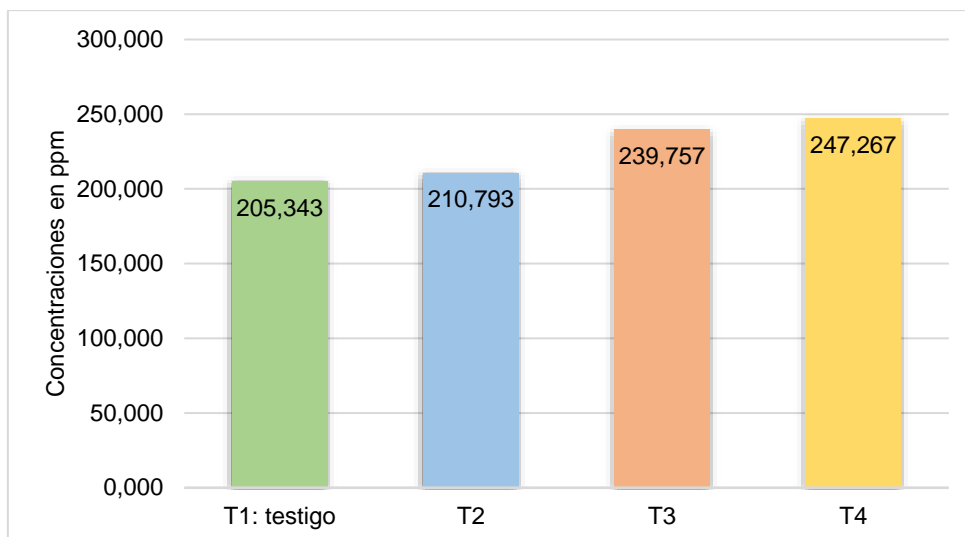


*Figura 14: Fósforo del suelo en pre y post tratamiento con compost*

Fuente: Elaboración propia, 2023

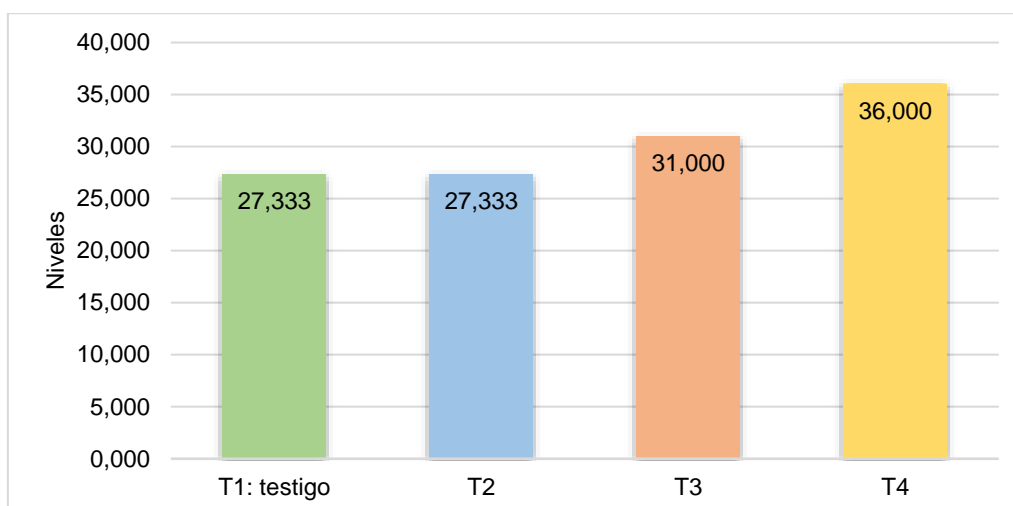
De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de fósforo en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 14. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de fósforo fue T4= 18.060ppm, seguido de los tratamientos T3= 15.730ppm, T2= 11.037ppm y el T1: 10.610ppm con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de fósforo





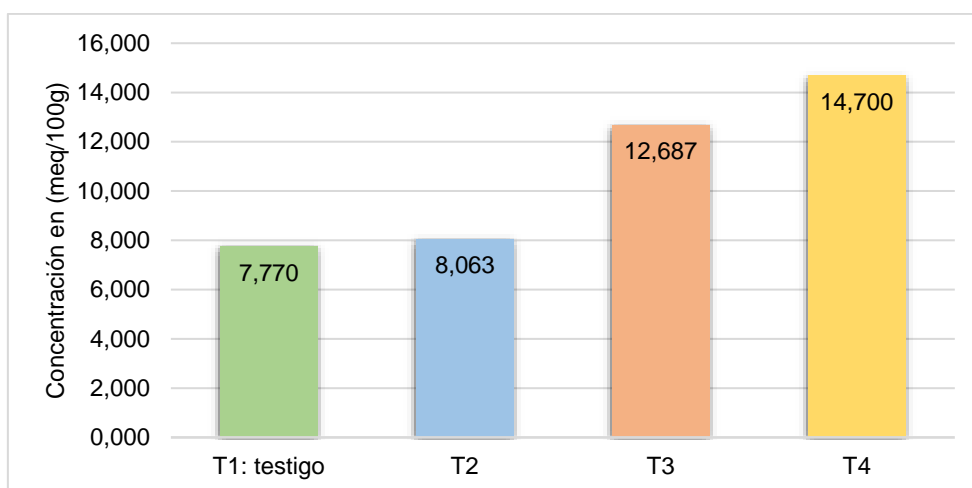
*Figura 15: Potasio del suelo en pre y post tratamiento con compost*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de potasio en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 15. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de potasio fue T4= 247.267ppm, seguido de los tratamientos T3= 239.757ppm, T2= 210.793ppm y el T1: 205.343ppm con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de potasio.



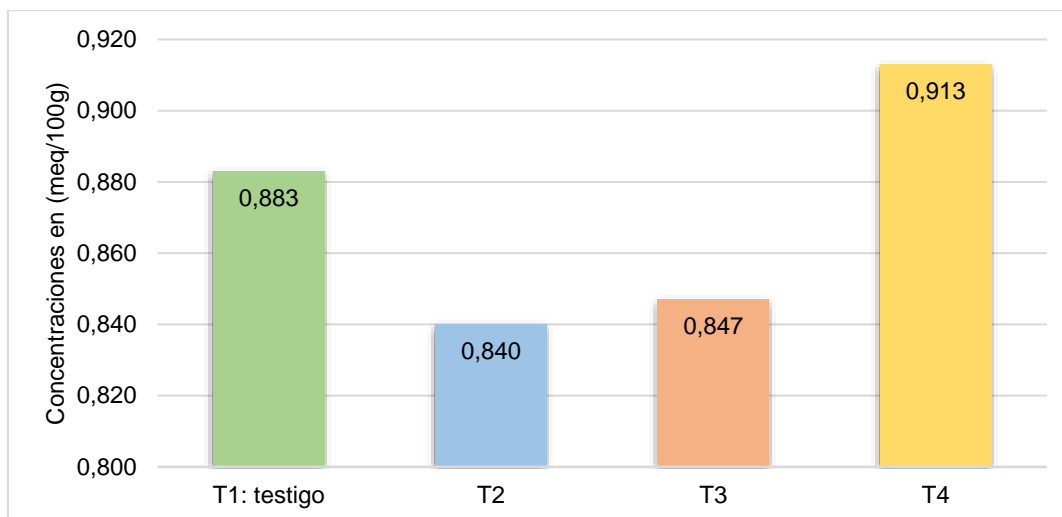
*Figura 16: Capacidad de intercambio catiónico del suelo en pre y post tratamiento con compost*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de CIC en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 16. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de CIC fue T4= 36.000, seguido de los tratamientos T3= 31.000, T2= 27.333 y el T1: 27.333 con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de CIC.



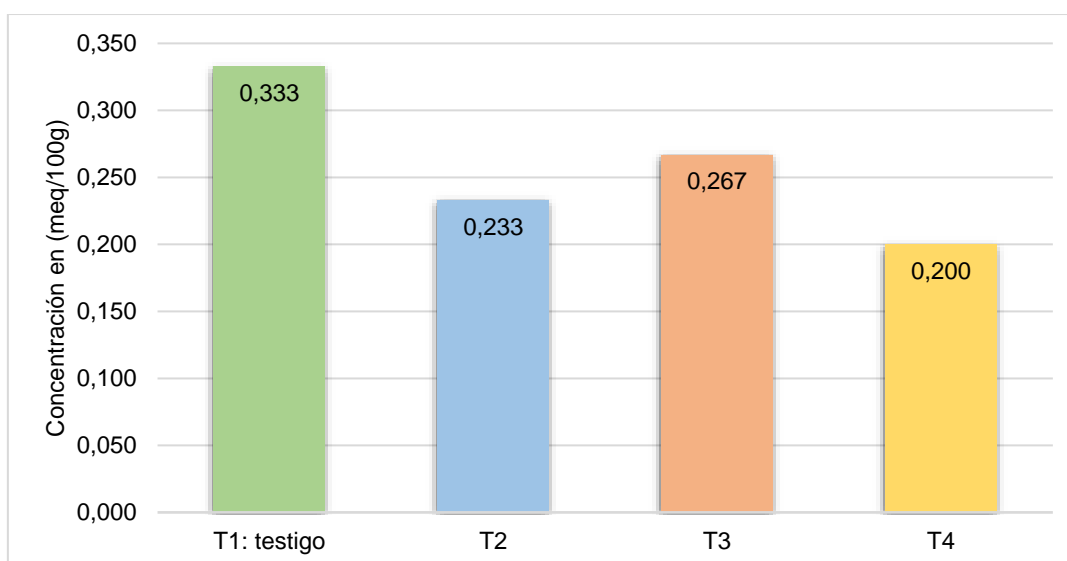
*Figura 17: Calcio del suelo en pre y post tratamiento con compost*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de calcio en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 17. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de calcio fue T4= 14.700meq/100g, seguido de los tratamientos T3= 12.687 meq/100g, T2= 8.063meq/100g y el T1: 7.770meq/100g con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de calcio.



*Figura 18: Magnesio del suelo en pre y post tratamiento con compost*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de magnesio en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 18. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de magnesio fue T4= 0.913meq/100g, seguido de los tratamientos T1= 0.883meq/100g, T3= 0.847meq/100g y el T2: 0.840meq/100g con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de calcio.



*Figura 19: Sodio del suelo en pre y post tratamiento con compost*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de sodio en los suelos tratados de cultivos de lechuga se presentó en la figura 19. Obteniendo que el tratamiento que tuvo mayor promedio de sodio fue T1= 0.333meq/100g, seguido de los tratamientos T3= 0.267meq/100g, T2= 0.233meq/100g y el T4: 0.200meq/100g con relativamente pocas diferencias significativas respectivamente, donde se determinó que en el tratamiento T4 con una dosis de 300g de compostaje mejoró la cantidad de sales en el suelo en comparación con el testigo.

Posteriormente por la aplicación compost de residuos orgánicos con dosis de 100g, 200g y 300g en macetas de 1kg de suelo de cultivos de *Lactuca sativa* L por un tiempo determinado de 25 días, se extrajeron las muestras del suelo tratado que fueron enviadas al laboratorio obteniendo los siguientes resultados como se mostraron en la tabla 15

Tabla 15: Metales pesados del suelo pre y post aplicación de compost

		Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Post aplicación	T0 testigo	61.87	1.510	52.167
	T1	53.24	1.153	50.600
	T2	42.71	0.850	46.100
	T3	38.47	0.787	36.367
DS N° 011- 2017-MINAM	ECA SUELO	70	1.4	50

Fuente: Elaboración propia, 2023

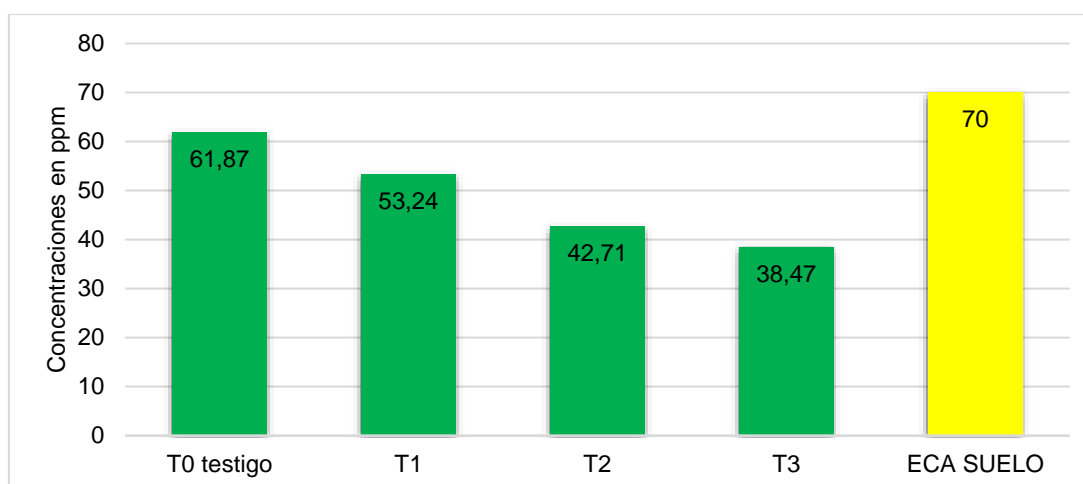
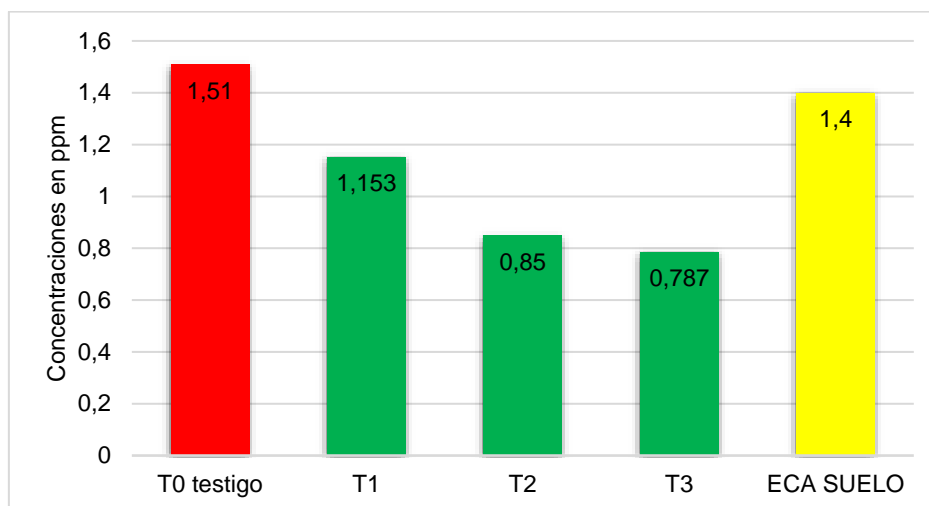


Figura 20: Plomo (Pb) en pre y post tratamiento con compost en el suelo

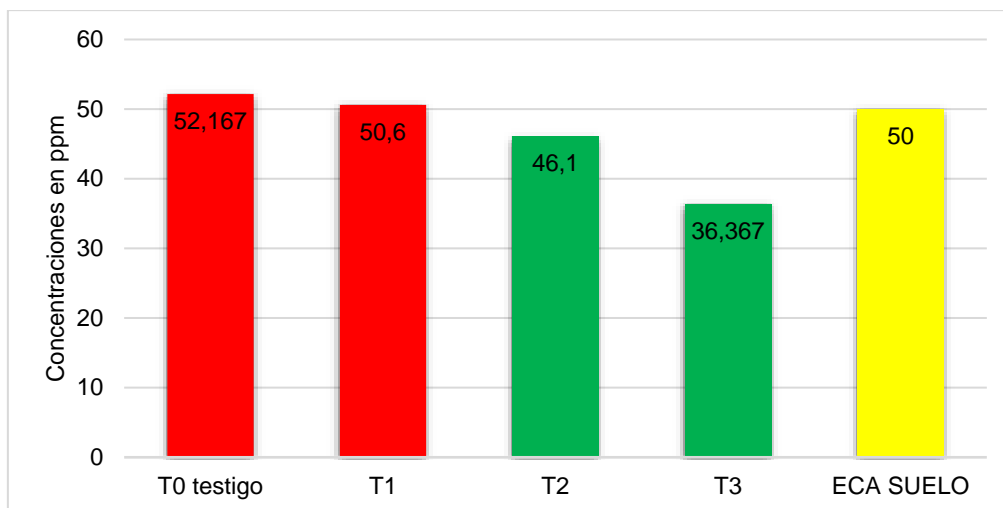
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

De acuerdo a la figura 20 se da a conocer las concentraciones pre y post tratamiento del plomo, este tuvo un valor inicial de 61.87 ppm, en el tratamiento 1 se obtuvo un valor de 53.24 ppm, en el tratamiento 2 tuvo un valor de 42.71 ppm, pero después del tratamiento 3 con una dosis de 0.300 gr/plta de compostaje, este valor se redujo a 38.47 ppm, estando dentro del ECA- suelo con un valor de 70 ppm.



*Figura 21: Cadmio (Cd) en pre y post tratamiento con compost en el suelo*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

En tanto la figura 21, se da a conocer la concentración de cadmio pre y post tratamiento de suelo, donde tuvo un valor inicial de 1.51 ppm, también se realizó 3 tratamientos posteriores, en el T-1 con dosis de 0.100 gr/plta de compostaje se obtuvo un valor de 1.153 ppm, en el T-2 con una dosis de 0.200 gr/plta de compostaje se obtuvo un valor de 0.85 ppm, el T-3 tuvo mejor reducción de concentración de 0.787 ppm, demostrando la eficiencia de reducción de contaminantes con una dosis de 0.300 gr/plta de compostaje, y estando muy por debajo del valor dado por el ECA- suelo de 1.4 ppm.



*Figura 22: Arsénico (As) en pre y post tratamiento con compost en el suelo*  
*Fuente: Elaboración propia, 2023*

En cuanto al arsénico, este tuvo un valor inicial de 52.167 ppm, se realizaron tres tratamientos, el T-1 obtuvo un valor de 50.6 ppm, el T-2 obtuvo un valor de 46.1 ppm, el T-3 con una dosis de 0.300 gr/plta de compostaje redujo dicho valor a 36.367 ppm, siendo un valor aceptable y muy por debajo del valor dado por el ECA-suelo de 50 ppm.

## V. DISCUSIÓN

Se identificó los residuos orgánicos y proceso de elaboración de compostaje para suelos contaminados, para ello se usó 30 kg de restos de mandarina, 20 kg de cáscara de naranja, 6 kg de zapallos, 2 kg de ají, 5 kg de zanahoria, 10 kg de restos de vegetales, 3 kg de restos de maracuyá, 1.5 kg de restos de piña, 10 kg de restos de papas y 8 kg de restos de verduras. Los residuos orgánicos son ubicados en las composteras por un tiempo de terminado para el proceso de descomposición seguido del producto final como el compost. Un estudio similar es el realizado por Martínez (2019) que uso residuos sólidos orgánicos vegetales para generar compost, para ello utilizó 18.66 kg de naranja, 31.38kg de plátano, 6.92 kg de palta, 13.8 kg de zapote, 10.64 kg de limón dulce, 7.9 kg de anona, 2.86 kg de caimito y 2.61 kg de otros, haciendo un total de 94.77 kg. Para determinar el tiempo de producción del compost, se mide la temperatura durante el proceso de compostaje midiendo una cantidad de tiempo constante cada día para que esté por debajo de los 40 °C para que los microbios puedan hacer su trabajo de descomposición de 45 días fue la mayor coincidencia de temperatura de los dos barriles, luego se obtuvo un total de 10 barriles de materia orgánica con una masa de materia orgánica de 94.777 kg para compostaje en laboratorio. A comparación del estudio realizado por Castro y Espinoza (2019) que elaboraron compost a partir de materia orgánica animal Bos Taurus, para ello recolectaron muestras de estiércol de áreas predeterminadas, obtuvieron bolsas de 20 a 30 kg de cada granja en el área para compostaje y construyeron ocho estanques de 1 metro. L x 1,45 L y 0,60 m de profundidad, requiriendo medio millar de ladrillos, 1 metro cúbico de arena gruesa y 3 sacos de cemento para la impermeabilización de los cuatro pozos señalados (Lurín – L3 y L4 – Pachacamac – P3) y P4), cuyo tamaño es de 1 m. Ancho x 1,45 L, 0,60 m de profundidad, requiere geomembrana de PVC de 0,05 mm de espesor, 1 galón de imprimación, lanzallamas, cilindro de gas y juego de escobillas. La impermeabilización se realiza por el método de fusión térmica (tratamiento térmico), el proceso de descomposición de la materia orgánica animal se realiza a una temperatura superior a 70 °C, se voltea y se riega para controlar exceso, insuficiencia de temperatura, humedad y pH, respectivamente.

En cuanto a las características físicas del suelo sin tratar el valor inicial fue de 54.5% de arena, 22.3% de arcilla, 22.3% de limo, la clase textural es franco arenoso, la porosidad es de 2.56 g/cm<sup>3</sup>, 38% de humedad, el color fue negro claro, 22 °C de temperatura y 1.44 t/m<sup>3</sup> de densidad. En cuanto a sus características químicas del suelo sin tratar, el valor fue de 0.1% de nitrógeno, 12.21 ppm de fósforo, 214.23ppm de potasio, 8.14 meq/100g de calcio, 0.96 meq/100g de magnesio, 0.5 meq/100g de sodio y 25 de capacidad de intercambio catiónico (CIC), 2.32% de materia orgánica y 6.2 de pH del suelo de cultivos de lechuga, en tanto la presencia de metales pesados del suelo sin tratar tuvieron 62.3ppm de plomo que no sobre paso los ECA para suelos agrícolas de 70 mg/kg, 1.5ppm de cadmio que sobre paso los ECA para suelos agrícolas de 1.4 mg/kg, 54.2ppm de arsénico que sobre paso los ECA para suelos agrícolas de 50 mg/kg, metales pesados que perjudican la calidad del suelo y la salud de las personas. Una investigación diferente fue la realizada por De la Cruz y Peña (2022) que diseñaron y aplicaron un sistema en base a yeso agrícola y orujo de uva para el tratamiento de suelos contaminados por sodio en Ocucaje, Ica, para ello determinaron los parámetros físicos iniciales como, pH de 9.4 y conductividad eléctrica de 3 mS/cm. Así mismo en la investigación de Sipion y Soto (2021) uso fertilizante orgánico a base de lodos de piscicultura para mejorar la aptitud de suelo agrícola, para determinar su eficiencia realizó un análisis fisicoquímico pre tratamiento en el cual obtuvo los siguientes valores, conductividad eléctrica de 0.136 mS/cm, pH de 7.87, fosforo de 1028 mg/kg, M.O de 5.88%, nitrógeno de 0.26%, densidad real de 2.24 g/cm<sup>3</sup>, densidad aparente de 1.37 g/cm<sup>3</sup>, porosidad del suelo de 38.84%, CIC de 12.5 meq/100g, PSI de 0.43%, 56% arena, 32% limo y 12% arcilla.

Las características fisicoquímicas del suelo contaminado después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos fueron las siguientes, la textura del suelo es arcillosa, sin tratamiento es de 51.833%, con incorporación de 200g de compost se redujo a 45,800% con la incorporación de 300g de compost disminuyó a 43.200%. El pH del suelo sin tratar es de 6,370, con la incorporación de 300g de compost aumento el pH a 7.430. La CE tuvo un valor inicial de 387.733 us/cm con la incorporación de 300g de compost disminuyo la conductividad eléctrica a 318.883. la materia orgánica tuvo un valor inicial de 2.260%, con la incorporación de 300g de compost creció la materia orgánica a 3.857%. El valor inicial del nitrógeno fue



de 0.100%, con la incorporación de 300g de compost creció el nitrógeno a 0.140%. En cuanto al fósforo, este tuvo un valor inicial de 10.610ppm, después de la incorporación de 300g de compost aumento el fósforo a 18.060ppm. El potasio tuvo un valor inicial de 205.343ppm, el tratamiento 3 con 300g de compost aumento el potasio a 247.267ppm. La CIC tuvo un valor inicial de 27.333, a través del tratamiento 3 este obtuvo un valor final de 36.000. El calcio de suelo sin tratar fue de 7.770 meq/100g, en el tratamiento 3 de 300 gr de compost el valor final que tuvo fue de 14.700 meq/100g. El valor inicial del magnesio fue de 0.883 meq/100g, el tratamiento 3 mejoro la concentración en 0.913 meq/100g. El sodio inicial fue de 0.333 meq/100g, con una dosis de 300 g de compost el valor disminuyo a 0.200 meq/100g. En cuanto a los metales pesados, el plomo tuvo una concentración inicial de 61.87 ppm, con el tratamiento 3 con dosis de 0.300 gr/plta de compostaje, este valor se redujo a 38.47 ppm. El valor del cadmio fue de 1.51 ppm, después de la dosis de 0.300 gr/plta este valor se redujo a 0.787 ppm. El valor inicial de arsénico fue de 52.167 ppm, mediante la dosis de 0.300 gr/plta de compostaje redujo dicho valor a 36.367 ppm. Un estudio similar fue realizado por Zarate (2018) que uso compost de estiércol vacuno y de cuy para la disminución de concentración de metales pesados, para ello determinó la concentración inicial y final para cada tratamiento, cabe señalar que se realizaron 3 tratamientos con diferentes cantidades y se obtuvieron los siguientes resultados con valores de pH de 6.3 a 8.7, lo que indica una adecuada aireación. El control, tratamiento T2 (heces de cobayo) tuvo una concentración de arsénico de 63 ppm, que corresponde al valor mínimo alcanzado. El cadmio en T2 (heces de cobayo) registrado a 0,87 ppm fue inferior a T1 1,5 ppm, en cromo los tres tratamientos estuvieron dentro de los límites máximos establecidos por la normativa chilena, la concentración de cobre, la concentración del tratamiento T2 (heces de cobayo) fue de 94,4 ppm, sin exceder el límite máximo establecido por la Norma Chilena 2880, el contenido de mercurio en el tratamiento T2 (estiércol de cuy) fue de 0,26 ppm, T3 (estiércol de vaca) fue de 0,37 ppm, frente a 2,63 ppm en el T1. bajo. En cuanto a la concentración de níquel, se encontró que T2 (heces de cuy) tuvo una concentración de níquel menor de 6.8 ppm., en la concentración de plomo tuvo un valor inicial de 317.8 pm, el tratamiento 2 redujo dicha concentración a 258.6 ppm y el contenido de zinc tuvo un valor inicial de 1718 ppm, donde el tratamiento 2 obtuvo menor concentración

de 1223 ppm. Otra investigación distinta fue realizada por Cotrina et al. (2020) que empleó bocashi y compost para mejorar suelos agrícolas, para ello determinó las características fisicoquímicas iniciales y finales, donde el pH tuvo un rango de 4.73 y 5.53 en suelos fertilizados con Bocashi seguido de suelos fertilizados con compost con valores de pH entre 4.59 y 4.93 incrementaron el nitrógeno disponible (140 ug ml<sup>-1</sup>) en un 43%. , aumentó en un 83% el fósforo (35 ug ml<sup>-1</sup>) y un 63% el potasio (160 ug ml<sup>-1</sup>) y se incrementó la capacidad de intercambio catiónico efectivo (ECCe) del abono orgánico respecto al testigo que fue de 5,46 y 4,11, respectivamente.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se identificaron los residuos orgánicos y el proceso de elaboración de compostaje para suelos contaminados, así como la determinación de características fisicoquímicas del compostaje obtenido.
- Se determinaron las características físicas y químicas del suelo sin tratar con compostaje de residuos orgánicos, en el cual muchos valores sobrepasan el valor dado por el ECA- suelo.
- Se determinaron las características fisicoquímicas del suelo contaminado después de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos, donde el T-3 con 300g de compost mejoró y redujo las concentraciones de parámetros y metales pesados presentes en el suelo, quedando muy por debajo de los valores dados por el ECA- suelo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Para la elaboración de compostaje de residuos orgánicos, se recomienda tener en cuenta las características fisicoquímicas, tales como el pH, temperatura, niveles de nutrientes y conductividad eléctrica, pues son esenciales en cuanto al funcionamiento y acción del compost.
- Para investigaciones futuras relacionadas al tema de compost, se recomienda realizar un análisis fisicoquímico del suelo en el que se llevara a cabo el tratamiento, de esta manera comparar la eficiencia de disminución o remoción de parámetros o contaminantes.
- Es necesario realizar un análisis fisicoquímico del suelo después del tratamiento con compost, así se tendrá conocimiento de la acción de remoción y disminución que se tuvo en cada tratamiento.

## REFERENCIAS

- Abdissa Bekele, Kibebew Kibret, Bobe Bedadi, Markku Yli-Halla, and Tesfaye Balemi. Effects of Lime, Vermicompost, and Chemical P Fertilizer on Selected Properties of Acid Soils of Ebantu District, Western Highlands of Ethiopia. *Hindawi Applied and Environmental Soil Science* Volume 2018, Article ID 8178305, 13 pages <https://doi.org/10.1155/2018/8178305>
- Ahmad, I., Akhtar, M. J., Mehmood, S., Akhter, K., Tahir, M., Saeed, M. F., ... Hussain, S. (2018). *Combined application of compost and Bacillus sp. CIK-512 ameliorated the lead toxicity in radish by regulating the homeostasis of antioxidants and lead. Ecotoxicology and Environmental Safety, 148, 805–812.* doi:10.1016/j.ecoenv.2017.11.054
- ÁLVAREZ, L., VARGAS-BAYONA, J.E. y GARCÍA-DÍAZ, L.K., 2018. Abono orgánico: Aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales. *Spei Domus*, vol. 14, no. 28-29, pp. 1-10. ISSN 2382-4247. DOI <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/3556>.
- Avance Económico Departamental Ayacucho 2021. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Caracterización del Departamento de Ayacucho, Banco Central de Reserva del Perú. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/ayacucho-caracterizacion.pdf>
- Castro L. y Espinoza J. (2019) Elaboración de compost a partir de materia orgánica animal (*Bos taurus*) impermeabilizadas con geomembranas de PVC en Lurín, Lima 2019. Universidad Cesar Vallejo
- Chávez Porras, A.; Rodríguez González, A. (2016). "Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica". *Revista Academia y Virtualidad*, 9, (2), p-p. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18359/ravi.2004>
- CHEN, W., HE, L., TIAN, S., MASABNI, J., ZHANG, R., ZOU, F. y YUAN, D., 2020. Combined Addition of Bovine Bone and Cow Manure: Rapid Composting of Chestnut Burrs and Production of a High-quality Chestnut Seedling Substrate. *Agronomy*, vol. 10, no. 2, pp. 288. ISSN 2073-4395. DOI 10.3390/agronomy10020288.

- COTRINA, V.R., ALEJOS-PATIÑO, I.W., COTRINA-CABELLO, G.G., CÓRDOVA-MENDOZA, P., CÓRDOVA-BARRIOS, I.C., COTRINA-CABELLO, V.R., ALEJOS-PATIÑO, I.W., COTRINA-CABELLO, G.G., CÓRDOVA-MENDOZA, P. y CÓRDOVA-BARRIOS, I.C., 2020. Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. Centro Agrícola, vol. 47, no. 2, pp. 31-40. ISSN 0253-5785. DOI [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S02537852020000200031&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S02537852020000200031&script=sci_arttext&lng=en).
- CRUZ, Y.A., 2022. Estrategias de biorremediación basadas en compostaje y vermicompostaje en suelos contaminados con elementos potencialmente tóxicos: Revisión sistemática. En: Accepted: 2022-07-04T20:16:25Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91347>.
- De Cokato, U. (2020). *Agricultural waste recycling in horticultural intensive farming systems by on-farm composting and compost-based tea application improves soil quality and plant health: A review under the perspective of a circular economy. Science of The Total Environment, 139840.* doi:10.1016/j.scitotenv.2020.1398
- DE LA CRUZ HUAMAN, J.J. y PEÑA PINEDA, M.J., 2022. Diseño y aplicación de un sistema en base a yeso agrícola y orujo de uva para el tratamiento de suelos contaminados por sodio en Ocucaje - Ica, 2022. En: Accepted: 2022-09-29T16:01:34Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96962>.
- DÍAZ MEGO, J.E., 2021. Revisión sistemática: estudio comparativo entre biochar y compost para la inmovilización de metales pesados en suelos agrícolas, 2021. En: Accepted: 2022-03-18T00:23:33Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84285>.
- DÍAZ, L., LAGUNA, H., GUTIÉRREZ, Y., MELO, A. y VEGA, A., 2020. Treatment of mining soils through co-composting with Biochar, sheep manure and organic household waste. Revista de Medio Ambiente y Minería, vol. 5, no. 2, pp. 11-18. ISSN 2519-5352.

- Durán-Lara EF, Valderrama A, Marican A. Natural Organic Compounds for Application in Organic Farming. *Agriculture*. 2020; 10(2):41. <https://doi.org/10.3390/agriculture10020041>
- Fernández-Bayo, J.D., Randall, T.E., Harrold, D.R., Achmon, Y., Hestmark, K.V., Su, J., Dahlquist-Willard, R.M., Gordon, T.R., Stapleton, J.J., VanderGheynst, J.S. and Simmons, C.W. (2018), Effect of management of organic wastes on inactivation of *Brassica nigra* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* using soil biosolarization. *Pest. Manag. Sci*, 74: 1892-1902. <https://doi.org/10.1002/ps.4891>
- Galic, M. i Bogunovic, I. (2018). Use of Organic Amendment from Olive and Wine Industry in Agricultural Land: A Review. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83 (2), 123-129. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/203009>
- Gil-Díaz, M., López, L.F., Alonso, J. et al. Comparison of Nanoscale Zero-Valent Iron, Compost, and Phosphate for Pb Immobilization in an Acidic Soil. *Water Air Soil Pollut* 229, 315 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3972-1>
- HUARACA, J.N., PÉREZ-SOSA, L., BUSTINZA-CABALA, L.S., PAMPA-QUISPE, N.B., HUARACA-FERNANDEZ, J.N., PÉREZ-SOSA, L., BUSTINZA-CABALA, L.S. y PAMPA-QUISPE, N.B., 2020. Enmiendas orgánicas en la inmovilización de cadmio en suelos agrícolas contaminados: una revisión. *Información tecnológica*, vol. 31, no. 4, pp. 139-152. ISSN 0718-0764. DOI 10.4067/S0718-07642020000400139.
- Ihab M. Farid, Hanan S. Siam, Mohamed H.H. Abbas, Ibrahim Mohamed, Safaa A. Mahmoud, Mona Tolba, Hassan H. Abbas, Xing Yang, Vasileios Antoniadis, Jörg Rinklebe, Sabry M. Shaheen, Co-composted biochar derived from rice straw and sugarcane bagasse improved soil properties, carbon balance, and zucchini growth in a sandy soil: A trial for enhancing the health of low fertile arid soils, *Chemosphere*, Volume 292, 2022,133389. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133389>.
- Islam, M. A., Talukder, M. S. U., Islam, M. S., Hossian, M. S., & Mostofa, M. (2018). Recycling of Organic Wastes through the Vermicomposting Process of Cow Dung and Crop Residues. *Journal of Bangladesh Academy of Sciences*, 42(1), 1–9. <https://doi.org/10.3329/jbas.v42i1.37828>

- Jaimes-Díaz, Henry & Suárez-Chacón, Irina & Torres, Jose. (2022). Artículo de revisión Composting: an alternative for soil recovery by agrochemical contaminants for the small producer. 7. 51-67. 10.36436/24223484.402.
- Kumar, Anil et al. "Potential of Vermicompost for Sustainable Crop Production and Soil Health Improvement in Different Cropping Systems." *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7.10 (2018): 1042–1055. Web.
- Luo, Y., Liang, J., Zeng, G., Chen, M., Mo, D., Li, G., & Zhang, D. (2018). Seed germination test for toxicity evaluation of compost: Its roles, problems and prospects. *Waste Management*, 71, 109–114. doi:10.1016/j.wasman.2017.09.023
- Martinez, Samir (2019). *Potencial De Generación De Compost A Partir De Residuos Sólidos Orgánicos Vegetales Del Mercado De Frutas Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva
- Matosic, S., Birkás, M., Vukadinovic, V., Kistic, I. i Bogunovic, I. (2018). Tillage, Manure and Gypsum Use in Reclamation of Saline-Sodic Soils. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83(2), 131-138. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/203010>
- Propuesta de cultivos, crianza, plantaciones forestales y producción acuícola a ser promovidos por el programa Aliados”, se inserta dentro del trabajo de consultoría “Potencialidad de la Producción de Nuevos Cultivos Transitorios, Permanentes y Forestales” – Ministerio de Agricultura y Riego, 2018
- Qiuling Dang, Xinyu Zhao, Tianxue Yang, Tiancheng Gong, Xiaosong He, Wenbing Tan, Beidou Xi, Coordination of bacterial biomarkers with the dominant microbes enhances triclosan biodegradation in soil amended with food waste compost and cow dung compost, *Science of The Total Environment*, Volume 824, 2022, 153837 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153837>.
- Rocco, C., Seshadri, B., Adamo, P. et al. Impact of waste-derived organic and inorganic amendments on the mobility and bioavailability of arsenic and cadmium in alkaline and acid soils. *Environ Sci Pollut Res* 25, 25896–25905 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2655-1>
- Schröder, P., Beckers, B., Daniels, S., Gnädinger, F., Maestri, E., Marmioli, N., ... Sæbø, A. (2018). *Intensify production, transform biomass to energy and novel goods and protect soils in Europe—A vision how to mobilize marginal*



- lands. Science of The Total Environment*, 616-617, 1101–1123.  
doi:10.1016/j.scitotenv.2017.10.209
- Setyowati, N., Sudjatmiko, S., Mukhtar, Z., Fahrurrozi, F., Chozin, M. and Simatupang, P. (2018). Growth and yield responses of cauliflower on tithonia (*Tithonia diversifolia*) compost under organic farming practices. *International Journal of Agricultural Technology* 14(7): 1905- 1914. Disponible en: <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/IJAT/10992524.pdf>
- Sharma, B., Vaish, B., Monika et al. Recycling of Organic Wastes in Agriculture: An Environmental Perspective. *Int J Environ Res* 13, 409–429 (2019). <https://doi.org/10.1007/s41742-019-00175-y>
- SIPIÓN VERASTEGUI, J.N. y SOTO CURI, M.Y., 2021. Uso de fertilizante orgánico a base de lodos de piscicultura para mejorar la aptitud de los suelos agrícolas en la provincia de Oyón-Lima 2021. En: Accepted: 2021-11-03T04:01:23Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72650>.
- Soobhany, N. (2018). *Remediation potential of metalliferous soil by using extracts of composts and vermicomposts from Municipal Solid Waste. Process Safety and Environmental Protection*, 118, 285–295. doi:10.1016/j.psep.2018.07.005
- SU GARCÍA, N.C. y AROSTEGUI ALFARO, N.Z., 2020. Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de *Allium cepa*. En: Accepted: 2020-09-02T14:54:28Z, Universidad Peruana Unión [en línea], [Consulta: 28 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3241>.
- TRAN, H.-T., VU, C.-T., LIN, C., BUI, X.-T., HUANG, W.-Y., VO, T.-D.-H., HOANG, H.-G. y LIU, W.-Y., 2018. Remediation of highly fuel oil-contaminated soil by food waste composting and its volatile organic compound (VOC) emission. *Bioresource Technology Reports*, vol. 4, pp. 145-152. ISSN 2589-014X. DOI 10.1016/j.biteb.2018.10.010.
- Urra, J.; Alkorta, I.; Garbisu, C. Potential Benefits and Risks for Soil Health Derived from the Use of Organic Amendments in Agriculture. *Agronomy* 2019, 9, 542. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090542>

- Vargas Y Pérez. Use of Agro-Industrial Waste in Improving the Quality Of The Environment. Revista Facultad de Ciencias Básicas. Vol. 14 (1) 2018, <http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.xxxx>
- Waqas, M., Nizami, A. S., Aburiazaiza, A. S., Barakat, M. A., Rashid, M. I., & Ismail, I. M. I. (2018). *Optimizing the process of food waste compost and valorizing its applications: A case study of Saudi Arabia. Journal of Cleaner Production, 176, 426–438.* doi:10.1016/j.jclepro.2017.12.165
- YE, S., ZENG, G., WU, H., LIANG, J., ZHANG, C., DAI, J., XIONG, W., SONG, B., WU, S. y YU, J., 2019. The effects of activated biochar addition on remediation efficiency of co-composting with contaminated wetland soil. Resources, Conservation and Recycling, vol. 140, pp. 278-285. ISSN 0921-3449. DOI 10.1016/j.resconrec.2018.10.004.
- Zarate, Ruth. Mejoramiento del compost mediante la adición de estiércol de vacuno y de cuy para la disminución de la concentración de metales pesados en el CEPASC-Concepción, 2018. Universidad Continental.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

TITULO	Aprovechamiento de Residuos Orgánicos para Compostaje en el Mejoramiento de Suelos Contaminados por Agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022	
PROBLEMA	<b>GENERAL</b>	¿De qué manera aprovechar los residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, provincia de Huamanga, 2022?
	<b>ESPECIFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles serán los residuos orgánicos y proceso de elaboración de compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga?</li> <li>• ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de <i>Lactuca sativa L</i> antes de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos?;</li> <li>• ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de <i>Lactuca sativa L</i> después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos para la determinación del efecto?</li> </ul>
OBJETIVOS	<b>GENERAL</b>	Evaluar el aprovechamiento de los residuos orgánicos para compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, provincia de Huamanga, 2022
	<b>ESPECIFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los residuos orgánicos y proceso de elaboración de compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga,</li> <li>• Determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de <i>Lactuca sativa L</i> antes de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos;</li> <li>• Determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de <i>Lactuca sativa L</i> después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos para la determinación del efecto</li> </ul>
HIPÓTESIS	<b>Hipótesis general</b>	Será posible realizar el aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga, 2022
	<b>Hipótesis específicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se podrá elaborar compostaje para el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Ayacucho, provincia de Huamanga</li> <li>• Se logrará determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de <i>Lactuca sativa L</i> antes de la aplicación de compostaje de residuos orgánicos.</li> <li>• Será posible determinar las características fisicoquímicas del suelo contaminado de cultivos de <i>Lactuca sativa L</i> después de la aplicación del compostaje de residuos orgánicos.</li> </ul>

<b>VARIABLES</b>	<b>INDEPENDIENTE</b> Residuos orgánicos para compostaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características fisicoquímicas del suelo en pre tratamiento.</li> <li>• Características del compostaje.</li> <li>• Dosis optima del compostaje</li> </ul>	<b>DIMENSIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Color</li> <li>▪ pH</li> <li>▪ Ce</li> <li>▪ MO</li> <li>▪ NPK</li> <li>▪ 0 gr/plta</li> <li>▪ 0.100 gr/plta</li> <li>▪ 0.200 gr/plta</li> <li>▪ 0.300 gr/plta</li> </ul>	<b>INDICADORES</b>	mS/cm	Unidad de medida
	<b>DEPENDIENTE</b> Mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características físicas del suelo en post tratamiento.</li> <li>• Características químicas del suelo en post tratamiento</li> <li>• Características de la <i>Lactuca sativa L</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Porosidad, Densidad, Humedad, Color, MO, Textura</li> <li>▪ CIC, pH, Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Plomo, Cadmio y Arsénico.</li> <li>▪ Altura de la planta, Número de hojas y Peso de la planta</li> </ul>		mS/cm % Cm Unidades kg	

Anexo 2: Recolección de los residuos orgánicos.



Anexo 3: Proceso de acumulación de los residuos orgánicos.



Anexo 4: Residuos orgánicos acumulados en las composteras.



Anexo 5: Combinación de los residuos orgánicos con arena.



Anexo 6: Producto final, compost orgánico.



Anexo 7: Uso del compost orgánico en arborización



## Anexo 8: Calidad del compost en micro y macro nutrientes



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: HUAMANGA

DISTRITO: TAMBILLO

TÍTULO: APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA COMPOSTAJE EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS POR AGROQUÍMICOS EN TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA 2022

FECHA DE MUESTREO:

17/12/2022

FECHA DE REPORTE: 02/01/2023

N°	Muestra	pH	C.E	N	P	S-SO4-2	K	Calcio	Mg	Sodio	Zinc	Cu	Mn	Fe	Boro	M.O
1	Muestra - 01	—	dS/m	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
		8.70	10.80	1.86	4.95	0.22	3.85	12.40	0.87	0.44	524.45	22.00	128.30	3010.22	2.75	19.24

METODOLOGÍA	
pH	Potenciómetro (1:2.5)
Conductividad eléctrica	Conductímetro (1:2.5)
Nitrógeno	Norma técnica peruana 311.011 2014
Fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, sodio, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y cadmio	Norma técnica peruana 311.557 2013
Materia orgánica	WALKLEY y BLACK

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 CAT. de Análisis de Suelos y A. y F.  
 UNISM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias



## Anexo 9: Caracterización del suelo sin tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2022

FECHA DE REPORTE: 02/01/2023

MUESTRA 1: SIN TRATAR

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$		
1	54.6	22.3	22.3	F Arenoso	6.2	412.65	2.32	0.1	12.21	214.23	25	8.14	0.96	0.6	0.5	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$
6.2	412.65	2.32	0.0972	12.21	214.23	17.45	0.96	0.52	0	0
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\rho = 1.44 \text{ t/m}^3$

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 10.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 10: Evaluación de metales pesados en los suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 17/12/2022

FECHA DE REPORTE: 02/01/2023

MUESTRA 1: Metales pesados

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	62.3	1.5	54.2
						Medio	Alto	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	≥ 70	≥ 1.4	> 50

  
 Inq. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

Anexo 11: Extracción del suelo contaminado para los tratamientos



Anexo 12: Dosis de 100 gramos de compostaje



Anexo 13: Dosis de 200 gramos de compostaje



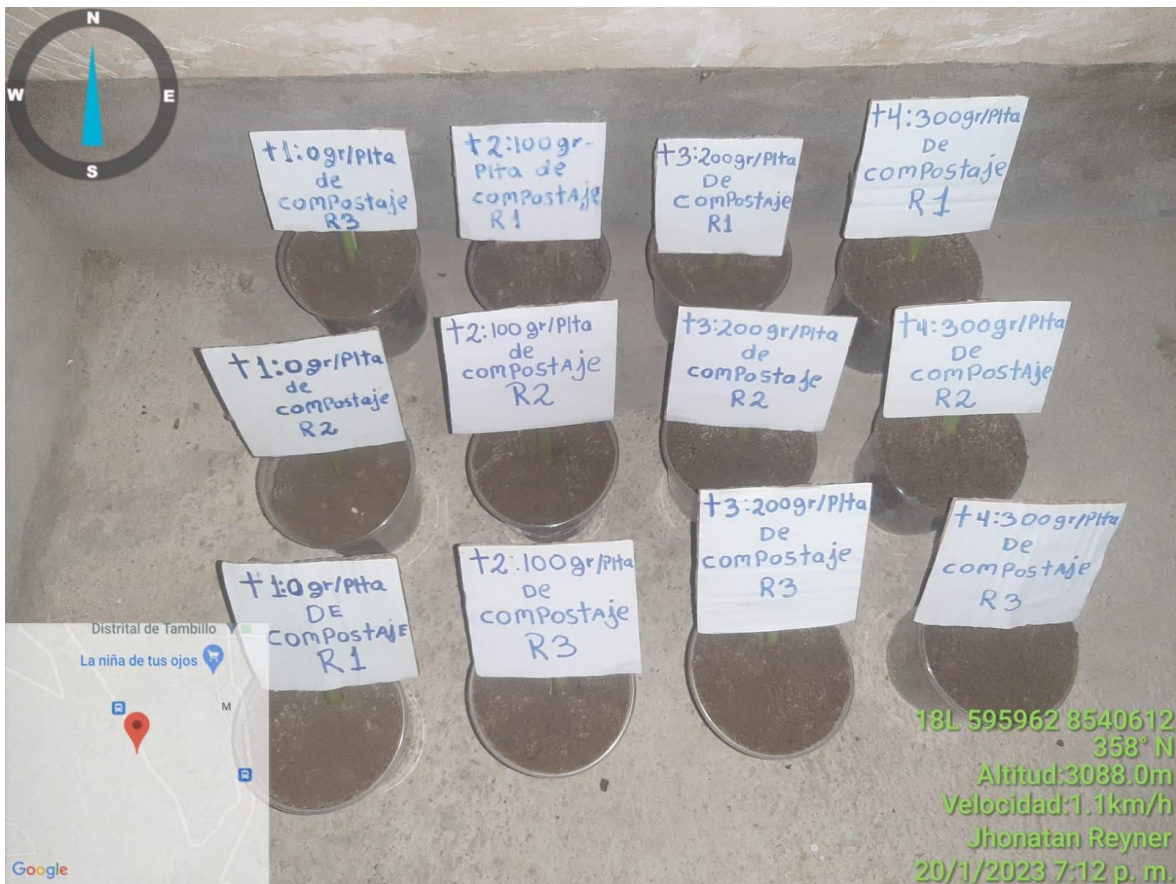
Anexo 14: Dosis de 300 gramos de compostaje



Anexo 15: Peso del suelo para posterior tratamiento



Anexo 16: Sistema de tratamiento del suelo contaminado



# Anexo 17: Análisis del suelo sin tratar.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 1: TESTIGO

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
1	53.8	21.9	22.2	F.Arenoso	6.4	408.45	2.18	0.1	11.98	213.33	24	7.44	0.92	0.5	0.4	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.4	408.45	2.18	0.1	11.98	213.33	7.44	0.92	0.4	0	0
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo	---	---

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.38 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderaadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

# Anexo 18: Análisis del suelo sin tratar.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARAÇA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 2: TESTIGO

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Ac. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
1	52.1	21.9	22.8	F Arenoso	6.8	442.10	2.62	0.1	9.85	210.14	26	8.24	0.86	0.3	0.3	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.8	442.10	2.62	0.1	9.85	210.14	8.24	0.86	0.3	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\longrightarrow$  1.41 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	<100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	>240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

Anexo 19: Análisis del suelo sin tratar.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARAÇA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 3: TESTIGO

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>		
1	49.6	18.1	17.6	F.Arenosa	5.9	312.65	1.98	0.1	10.00	192.56	32	7.63	0.87	0.4	0.3	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
5.9	312.65	1.98	0.1	10.00	192.56	7.63	0.87	0.3	0	0
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.44 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	C.E. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	<100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	>240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuertes problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias



Anexo 20: Análisis del suelo tratado a 100g de compost.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARAÇA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRA 4: TRATADO A 100 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Ac. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
1	49.7	19.3	17.7	F.Arenoso	6.9	396.5	1.92	0.1	11.99	209.22	28	8.01	0.95	0.4	0.3	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.9	396.5	1.92	0.1	11.99	209.22	8.01	0.95	0.3	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.39 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

# Anexo 21: Análisis del suelo tratado a 100g de compost.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 5: TRATADO A 100 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>		
1	47.9	12.6	14.6	F.Arenoso	6.7	398.8	1.99	0.1	10.89	210.14	27	7.53	0.75	0.2	0.2	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
6.7	398.8	1.99	0.1	10.89	210.14	7.53	0.75	0.2	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.42 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 10.0	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000- 4000	Medio	2.0- 4.0	7.0- 30.0	100- 240	Fuertemente ácido	> 4.5- 5.4
Medios problemas de sales	4000- 8000	Alto	> 4	> 14	> 24.0	Moderadamente ácido	> 5.4- 6.5
Fuerte problemas de sales	8000- 16000					Neutro	> 6.5- 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3- 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 22: Análisis del suelo tratado a 100g de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

PROVINCIA: Huamanga

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRA 6: TRATADO A 100 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3}+\text{H}^+$		
1	48.6	19.3	17.9	F.Arenoso	6.5	394.3	1.82	0.1	10.23	213.02	27	8.65	0.82	0.3	0.2	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Na}^+$	$\text{Al}^{+3}$	$\text{Al}^{+3}+\text{H}^+$
6.5	394.3	1.82	0.1	10.23	213.02	8.65	0.82	0.2	0	0
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Bajo	Muy bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\longrightarrow$  1.40  $\text{t}/\text{m}^3$

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 23: Análisis del suelo tratado a 200g de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 7: TRATADO A 200 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>		
1	45.4	14.3	15.9	F.Arenoso	6.9	386.7	2.92	0.1199	13.56	238.82	32	12.56	0.72	0.5	0.3	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
6.9	386.7	2.92	0.1199	13.56	238.82	12.56	0.72	0.3	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Medio	Medio	Medio	Muy bajo	Bajo		

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.37  $\text{t}/\text{m}^3$

Clasificación del suelo	C.E. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuertes problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 24: Análisis del suelo tratado a 200g de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HJARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 8: TRATADO A 200 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Acl. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
1	46.8	16.0	14.6	F/Ar enoso	7.1	376.0	2.98	0.1277	17.26	239.12	28	11.6	0.96	0.6	0.2	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
7.1	376.0	2.98	0.1277	17.26	239.12	11.6	0.96	0.2	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Medio	Muy bajo	Bajo	---	---

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.38 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

# Anexo 25: Análisis del suelo tratado a 200g de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 9: TRATADO A 200 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>			Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
1	45.2	17.8	13.8	FArenoso	7.2	362.10	3.28	0.1366	16.37	241.33	33	13.9	0.86	0.5	0.3	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
7.2	362.10	3.28	0.1366	16.37	241.33	13.9	0.86	0.3	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Medio	Medio	Muy bajo	Bajo	---	---

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.39  $\text{t}/\text{m}^3$

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 26: Análisis del suelo tratado a 300g de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRA 10: TRATADO A 300 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter.
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>		
1	42.8	15.2	14.4	FAr enoso	7.4	312.25	3.78	0.1455	18.24	245.22	36	14.8	0.96	0.8	0.2	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
7.4	312.25	3.78	0.1455	18.24	245.22	14.8	0.96	0.2	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Alto	Alto	Muy bajo	Bajo	---	---

Densidad Aparente  $\longrightarrow$  1.41 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	<100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	>240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 27: Análisis del suelo tratado a 300g de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 11: TRATADO A 300 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+1</sup>		
1	42.2	15.9	14.7	Farenoso	7.4	312.00	3.87	0.1455	18.42	244.22	35	14.2	0.94	0.7	0.2	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>
7.4	312.00	3.87	0.1455	18.42	244.22	14.2	0.94	0.2	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Alto	Alto	Muy bajo	Bajo	—	—

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.48 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	C.E. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 14	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias



## Anexo 28: Análisis del suelo tratado a 300g de compost



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARAÇA CUADROS, JHONATAN REYNER

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

PROVINCIA: Huamanga

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022


MUESTRA 12: TRATADO A 300 g

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>		
1	44.6	14.5	14.1	F-Arenoso	7.48	332.40	3.92	0.1288	17.52	252.36	37	15.1	0.84	0.6	0.2	0	0	100	0.00

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
7.48	332.40	3.92	0.1288	17.52	252.36	15.1	0.6	0.2	0	0
Neutro	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Alto	Alto	Alto	Muy bajo	Bajo	---	---

Densidad Aparente  $\rightarrow$  1.38 t/m<sup>3</sup>

Clasificación del suelo	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Clasificación	% M.O.	ppm P	ppm K	Escala de pH	pH
No hay problemas de sales	<2000	Bajo	< 2	< 7	< 100	Extremadamente ácido	< 4.5
Ligeros problemas de sales	2000 - 4000	Medio	2.0 - 4.0	7.0 - 30.0	100 - 240	Fuertemente ácido	> 4.5 - 5.4
Medios problemas de sales	4000 - 8000	Alto	> 4	> 34	> 240	Moderadamente ácido	> 5.4 - 6.5
Fuerte problemas de sales	8000 - 16000					Neutro	> 6.5 - 7.3
Muy fuertemente salino	> 16000					Moderadamente alcalino	> 7.3 - 8.3
						Fuertemente alcalino	> 8.3

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 29: Metales pesados en suelo sin tratar



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MUESTRA 1: TESTIGO

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	62.8	1.45	53.28
						Medio	Alto	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	<= 2.5	<= 0.6	<= 1	<= 0.6	<= 0.5	<= 25	<= 0.01	<= 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	>= 5	>= 2	>= 1.5	>= 2	>= 2	>= 70	>= 1.4	> 50

MUESTRA 2: TESTIGO

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	61.9	1.32	51.4
						Medio	Medio	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	<= 2.5	<= 0.6	<= 1	<= 0.6	<= 0.5	<= 25	<= 0.01	<= 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	>= 5	>= 2	>= 1.5	>= 2	>= 2	>= 70	>= 1.4	> 50

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 30: Metales pesados en suelo sin tratar



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRA 3: TESTIGO

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)						Metal Pesado		
Elementos	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	60.9	1.76	51.82
						Medio	Alto	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	≥ 70	≥ 1.4	> 50

MUESTRA 4: TRATADO A 100 g

MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)						Metal Pesado		
Elementos	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	59.2	1.35	51.4
						Medio	Medio	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	≥ 70	≥ 1.4	> 50

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 31: Metales pesado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRAS: TRATADO A 100 g

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)						Metal Pesado		
Elementos	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	52.1	0.89	49.2
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	> 2	> 1.5	> 2	> 2	> 70	> 1.4	> 50

MUESTRAS: TRATADO A 100 g

MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)						Metal Pesado		
Elementos	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	48.42	1.22	51.2
						Medio	Medio	Alto

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	> 2	> 1.5	> 2	> 2	> 70	> 1.4	> 50

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

en suelo tratado a 100g de compost

S

## Anexo 32: Metales pesados en suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRA 7: TRATADO A 200 g

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	42.22	0.85	47.2
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	> 70	≥ 1.4	> 50

MUESTRA 8: TRATADO A 200 g

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	44.75	0.95	48.2
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	> 70	≥ 1.4	> 50

Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

tratado a 200g de compost

## Anexo 33: Metales pesados en suelo tratado a 200g de compost



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRA 9: TRATADO A 200 g

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	41.15	0.75	42.9
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	≥ 70	≥ 1.4	> 50

MUESTRA 10: TRATADO A 300 g

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	39.48	0.89	39.5
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	≥ 70	≥ 1.4	> 50

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 34: Metales pesados en suelo tratado a 300g de compost



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



SOLICITANTES: HUARACA CUADROS, JHONATAN REYNER

PROVINCIA: Huamanga

DISTRITO: Tambillo

Título: Aprovechamiento de residuos orgánicos para compostaje en el mejoramiento de suelos contaminados por agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022

MUESTRA 11: TRATADO A 300 g

FECHA DE MUESTREO: 30/01/2023

FECHA DE REPORTE: 15/02/2023

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	38.28	0.79	36.7
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	≥ 70	≥ 1.4	> 50

MUESTRA 12: TRATADO A 300 g

Elementos	MICRONUTRIENTES (ppm) (mg/kg)					Metal Pesado		
	Hierro (Fe) ppm	Manganeso (Mn) ppm	Zinc (Zn) ppm	Cobre (Cu) ppm	Boro (B) ppm	Plomo (Pb) ppm	Cadmio (Cd) ppm	Arsénico (As) ppm
Niveles	0	0	0	0	0	37.65	0.68	32.9
						Medio	Medio	Medio

Niveles	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Pb	Cd	As
Bajo	≤ 2.5	≤ 0.6	≤ 1	≤ 0.6	≤ 0.5	≤ 25	≤ 0.01	≤ 12
Medio	> 2.5 < 5	> 0.6 < 2	> 1 < 1.5	> 0.6 < 2	> 0.5 < 2	> 25 < 70	> 0.01 < 1.4	> 12 < 50
Alto	> 5	≥ 2	≥ 1.5	≥ 2	≥ 2	≥ 70	≥ 1.4	> 50

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 34: Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

### CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Lima, 28 de diciembre de 2022

Díaz Pinto José Máximo  
Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarle mi cordial saludo e informarle que estoy desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: "**Aprovechamiento de Residuos Orgánicos para Compostaje en el Mejoramiento de Suelos Contaminados por Agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022**", a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estoy desarrollando un estudio en el cual se incluye instrumentos de recolección de datos, denominado: "**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**" por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito tenga a bien realizar la validación de este instrumento de investigación, que adjunto, para cubrir con el requisito de "Juicio de expertos".

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,

.....  
Huaraca Cuadros, Jhonatan Reyner  
DNI: 47533188

**Adjunto Anexos:**

- *Título de la investigación*
- *Matriz de categorización apriorística (problemas específicos, objetivos específicos, categorías, sub categorías y criterios).*
- *Instrumento (3 fichas de recolección de datos por categoría).*



## CONSTANCIA

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***"Aprovechamiento de Residuos Orgánicos para Compostaje en el Mejoramiento de Suelos Contaminados por Agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022"*** del autor Huaraca Cuadros, Jhonatan Reyner, estudiante del Programa de estudio de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizará a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de suelo en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por el autor, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Lima, 28 de diciembre de 2022


---

Mg. José Máximo Díaz Pinto  
DNI: 48058146



## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Díaz Pinto José Máximo  
 Institución donde labora : FUCOMA IES E.I.R.L.  
 Especialidad : Gestión Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Fichas de recolección por categoría  
 Autor (s) del instrumento (s) : Huaraca Cuadros, Jhonatan Reyner Haydee.

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e 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 expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

*El instrumento está apto para ser aplicado.*

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 49

Lima, 28 de diciembre de 2022



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Vásquez Vásquez, Fernando  
 Cargo o institución donde labora: Docente UNSM  
 Especialidad o línea de investigación: Ingeniero sanitario y ambiental  
 Instrumento de evaluación: \_\_\_\_\_  
 Autor (s) del instrumento (s): \_\_\_\_\_

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable						Mínimamente aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.										X			
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.										X			
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.										X			
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual al respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.										X			
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e 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 expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental.										X			
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden 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											85			

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85



FERNANDO VÁSQUEZ VÁSQUEZ  
 ING. HIG. Y SEG. INDUSTRIAL  
 REG. CIP. 53541

Lima, 02 de marzo de 2023

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**
**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres: Mendoza López, Karla Luz  
 Cargo o institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad o línea de investigación: Ingeniero sanitario y ambiental  
 Instrumento de evaluación: Fichas de recolección de datos.  
 Autor (s) del instrumento (s): Huaraca Cuadros, Jhonatan Reyner

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

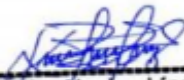
(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inace ptabl e					Mínimamente aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.											X		
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.											X		
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											X		
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.											X		
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e 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 expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental											X		
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.											X		
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.											X		
<b>PUNTAJE TOTAL</b>												90		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**
**PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90



**Karla Luz Mendoza López**  
 DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES  
 CIP: 122149

Lima, 02 de marzo de 2023

**Anexo 2:** Fichas de recolección de datos de residuos orgánicos para compostaje

TITULO: Aprovechamiento de Residuos Orgánicos para Compostaje en el Mejoramiento de Suelos Contaminados por Agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022											
Residuos orgánicos para compostaje											
Características de los residuos de mercado					Características del compostaje						Observaciones
Color	Olor	Volumen	Peso de restos de frutas	Peso restos de verduras	Color	Calcio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	pH	

		
---	--	--

**Anexo 3:** Fichas de recolección de datos de características físicas del suelo pre y post tratamiento

TITULO: Aprovechamiento de Residuos Orgánicos para Compostaje en el Mejoramiento de Suelos Contaminados por Agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022							
Características físicas del suelo pre y post tratamiento							
Tratamiento	Porosidad	Densidad	Humedad	Color	MO	Textura	Observaciones
T1 – 0.0 gr/plta							
T2 – 0.100 gr/plta							
T3 – 0.200 gr/plta							
T4 – 0.300 gr/plta							

		
---	--	--

**Anexo 4:** Fichas de recolección de datos de características químicas del suelo pre y post tratamiento

TÍTULO: Aprovechamiento de Residuos Orgánicos para Compostaje en el Mejoramiento de Suelos Contaminados por Agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022									
Características químicas del suelo pre y post tratamiento									
Tratamiento	CIC	pH	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Plomo	Cadmio	Arsénico	Observaciones
T1 – 0.0 gr/plta									
T2 – 0.100 gr/plta									
T3 – 0.200 gr/plta									
T4 – 0.300 gr/plta									

		
---	--	--

**Anexo 5:** Fichas de recolección de datos de Características biométricas de la *Lactuca sativa* L.

TÍTULO: Aprovechamiento de Residuos Orgánicos para Compostaje en el Mejoramiento de Suelos Contaminados por Agroquímicos en Tambillo, Provincia de Huamanga 2022				
Características biométricas de la <i>Lactuca sativa</i> L.				
Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Número de hojas (unidades)	Peso de las plantas (Kg)	Observaciones
T1 – 0.0 gr/plta				
T2 – 0.100 gr/plta				
T3 – 0.200 gr/plta				
T4 – 0.300 gr/plta				

		
---	--	--



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MONTALVO MORALES KENNY RUBEN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS PARA EL COMPOSTAJE EN EL MEJORAMIENTO DE SUELOS CONTAMINADOS POR AGROQUIMICOS EN EL DISTRITO DE TAMBILLO EN AYACUCHO PROVINCIA DE HUAMANGA 2022", cuyo autor es HUARACA CUADROS JHONATAN REYNER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 18 de Marzo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MONTALVO MORALES KENNY RUBEN <b>DNI:</b> 43713929 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4403-4360	Firmado electrónicamente por: KRMONTALVO el 23- 03-2023 19:13:16

Código documento Trilce: TRI - 0537468