



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería Ambiental**

“EFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN  
LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO DEL  
CENTRO POBLADO EL TAMBO, BAMBAMARCA,  
CAJAMARCA – 2024”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

Cesar Genaro Rudas Gallardo

**Asesor:**

Mg. Ing. Janet Edith Gonzales Valdivia

0000-0002-4207-1320

Cajamarca - Perú

**2025**

## **JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	Karina Milagros Alvarado Perez
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	Walter Manuel Hoyos Alayo
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	Janet Edith Gonzales Valdivia
	Nombre y Apellidos

## Informe de Similitud



Página 2 of 54 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega tm:oid::1:3156458576




### 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

#### Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

##### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **Dedicatoria**

Gracias a Dios, gracias a mis hijos, gracias a mi esposa y a mis maestros que nunca se dieron por vencidos conmigo y que siguen teniendo esperanza en mí.

Gracias a todos los que me apoyaron para completar esta tesis.

Este artículo está dedicado a ellos porque les debo su apoyo incondicional.

## **Agradecimiento**

Principalmente a Dios agradezco, ya que gracias a él me dio la fuerza para seguir adelante cada momento, a mi familia por su apoyo absoluto, a mis maestros y compañeros por su apoyo en todo momento.

## **TABLA DE CONTENIDO**

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS	24
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
REFERENCIAS	43
ANEXOS	47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Descripción de los tratamientos que se empleó para mejorar las características físicas y químicas del suelo. ....	19
<b>Tabla 2</b> Resultados de las propiedades químicas del tratamiento testigo. ....	25
<b>Tabla 3</b> Análisis de varianza para los resultados del pH. ....	26
<b>Tabla 4</b> Tests de Tukey para los resultados del pH. ....	27
<b>Tabla 5</b> Análisis de varianza para los resultados de la materia orgánica. ....	28
<b>Tabla 6</b> Tests de Tukey para los resultados de la materia orgánica. ....	28
<b>Tabla 7</b> Análisis de varianza para los resultados de la CE ....	29
<b>Tabla 8</b> Prueba de Tukey para los resultados de la CE. ....	30
<b>Tabla 9</b> Análisis de varianza para los resultados del fosforo disponible. ....	31
<b>Tabla 10</b> Test de Tukey para los resultados del fosforo disponible. ....	32
<b>Tabla 11</b> Análisis de varianza para los resultados del potasio disponible. ....	33
<b>Tabla 12</b> Test de Tukey para los resultados del potasio disponible. ....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Tratamientos (abonos orgánicos) según el diseño experimental DBCA.....	19
<b>Figura 2</b> Distribución de los tratamientos (abonos orgánicos) según el diseño experimental en el campo. ....	20

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el Efecto de tres abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo del centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024. La investigación fue experimental y se aprovechó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) y 4 tratamientos incluido el testigo. El experimento se instaló en la provincia de Bambamarca en 240 m<sup>2</sup>, esta área fue dividida en parcelas de 16 m<sup>2</sup>. A cada parcela se aplicó abonos orgánicos (Humus de lombriz, Compost y Bocashi) a razón de 2 kg m<sup>2</sup> equivalentes a 20 t ha<sup>-1</sup>. Los resultados de la investigación mostraron que los abonos orgánicos mejora significativamente las propiedades químicas del suelo. Bocashi fue el más efectivo en incrementar el potasio (408.67 mg/kg) y la conductividad eléctrica (3.41 dS/m), mientras que con el Compost y Humus de lombriz también se mostraron aumentos destacados en fósforo (286.10 y 285.60 mg/kg, respectivamente) y materia orgánica (6.80, 6.57, y 6.37 %). Por su parte, con el testigo se obtuvo los resultados más bajos en todos los parámetros analizados. Se concluyó que los abonos orgánicos enriquecen el suelo con nutrientes esenciales y mejoran la fertilidad química.

**PALABRAS CLAVES:** Abonos orgánicos, suelos, propiedades químicas.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

Los suelos han sido fundamentales para el desarrollo de la humanidad, al proveer los alimentos que garantizan la seguridad alimentaria y moldear la cultura y economía del ser humano al satisfacer sus necesidades básicas. Se estima que el 95 % de los alimentos provienen del suelo, pero cada vez se pierde alarmante suelo fértil en el mundo. Esta disminución de productividad baja la disponibilidad de alimentos, empeorando la desnutrición y la pobreza al afectar el acceso a la seguridad alimentaria (Flórez, 2020).

La degradación de los suelos es un problema ambiental crítico que amenaza la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Según estadísticas de la FAO, el 33 % de los suelos del mundo están malogrados debido a la erosión, la contaminación, la deforestación y la pérdida de nutrientes. Esta situación se agrava por el cambio climático y las prácticas agrícolas insostenibles (FAO, 2016).

A nivel internacional, se ha demostrado que el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y pesticidas ha provocado infertilidad de los suelos, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad. Esta situación ha generado una creciente preocupación por la necesidad de adoptar prácticas de conservación de suelos sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

En el contexto nacional peruano, la degradación de los suelos es problema crítico que afecta la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), el 54 % de los suelos del país sufren algún grado de degradación, principalmente debido a la erosión, la desertificación y la pérdida de materia orgánica. Esta situación se agrava en las regiones andinas, donde la erosión y las prácticas agrícolas inadecuadas han mermado la fertilidad de los suelos (INEI, 2016).

En la región de Cajamarca, ubicada en la sierra norte del Perú, la degradación de los suelos es un problema alarmante que amenaza la productividad agrícola y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. Según estudios realizados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), los suelos de esta región presentan bajos niveles de materia orgánica, desequilibrios nutricionales y problemas de compactación, lo que limita su capacidad para sostener cultivos de alta calidad (MIDAGRI, 2024).

A nivel local, en Cajamarca y el distrito de Bambamarca de la provincia de Hualgayoc, la situación no es diferente. Los suelos de esta zona han sido sometidos a prácticas agrícolas intensivas y poco sostenibles durante décadas, lo que ha provocado una disminución significativa en su fertilidad y calidad. Los agricultores locales reportan rendimientos decrecientes en sus cultivos, lo que pone en riesgo su sustento económico y la seguridad alimentaria de la región.

Ante esta problemática de la baja fertilidad de los suelos, numerosos estudios han explorado el uso de abonos orgánicos como una alternativa prometedora para mejorar las propiedades químicas de suelos degradados. A nivel internacional, Muñoz (2023) en Guayaquil, Ecuador, investigó el aprovechamiento de residuos orgánicos como el humus de lombriz y la gallinaza, mediante tratamientos experimentales para el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Los resultados indicaron que, después de la experimentación, los parámetros analizados (pH, N, P, K y materia orgánica) aumentaron su porcentaje en relación con el testigo, demostrando su eficiencia en el aporte de nutrientes.

En una revisión sistemática realizada por Tafur y Moya (2023) en Cundinamarca, Colombia, se abordó la degradación del suelo, uno de los principales fenómenos que afecta la agricultura mundial debido a las malas prácticas agrícolas. Los autores concluyeron que la producción de abonos orgánicos en los últimos años se incrementó, dada su capacidad

para recuperar suelos degradados, aportando componentes esenciales como materia orgánica, microorganismos descomponedores, macro y micronutrientes.

Torán (2022) en Esmeralda, Ecuador, investigó sobre los abonos orgánicos en la mejora de suelo limoso de la finca "La Escondida". Se reportó cambios en las características minerales, excepto en el pH, que disminuyó ligeramente, aportando acidez. Además, se determinó un 40% de suelo arcilloso.

A nivel nacional, Cotrina et al. (2020) en Panao, Perú, evaluaron el efecto del Bocashi, Compost y gallinaza en suelos agrícolas degradados. Los resultados mostraron un ligero efecto en el pH debido al Bocashi, cambios significativos en la materia orgánica con Bocashi y Compost, y mejoras en la concentración de macronutrientes, especialmente el nitrógeno, con la gallinaza y el Bocashi.

Huanay (2022) en Cayhuayna Alta, Huánuco, investigó el efecto de mezclar vermicompost y gallinaza en la recuperación del suelo degradado. Los resultados mostraron que la mezcla de vermicompost y abono verde influye positivamente en el pH, fósforo y potasio disponible, mientras que la combinación de abono verde y gallinaza presenta un efecto aún más significativo en varios parámetros.

Estela (2023) en Huánuco, Perú, estudió al biochar, compost y humus de lombriz en las características químicas del suelo. Aunque no hubo un patrón claro en los parámetros del suelo, los niveles bajos de abonos orgánicos a veces resultaron en mayores valores de materia orgánica y nitrógeno total, mientras que los niveles altos de compost, biochar y humus mejoraron los componentes del rendimiento.

Finalmente, Maldonado (2024) en Lamas, Perú, evaluó el compost en las propiedades químicas del suelo degradado en el cultivo de *Raphanus sativus*. Los resultados mostraron que el compost influyó sobre las propiedades físicas y químicas del suelo

degradado, con mejoras en la textura, densidad aparente, porosidad, pH, M.O, nutrientes y capacidad de intercambio catiónico, impactando significativamente en el rendimiento y crecimiento del cultivo.

Estos antecedentes resaltan la importancia de evaluar el potencial de los abonos orgánicos para revitalizar los suelos degradados, con el fin de mejorar la productividad, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas de producción. Además, se sostiene que, los fertilizantes sintéticos en la agricultura han repercutido en el deterioro del suelo y su ecología, por lo que la agricultura actual busca alternativa para aumentar las condiciones del suelo mediante el abono orgánico que orienta a mejorar las propiedades del suelo y obtener un rendimiento eficiente en los cultivos.

Ramos y Terry (2014) manifiestan sobre los abonos orgánicos que desempeñan un papel crucial en la recuperación de suelos infértiles y degradados. Estos materiales, derivados de residuos vegetales y animales, son ricos en nutrientes esenciales y materia orgánica, elementos indispensables para restablecer la fertilidad y salud de los suelos. Su importancia radica en su capacidad para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo así el crecimiento óptimo de los cultivos y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

La incorporación de abonos orgánicos en suelos infértiles tiene múltiples beneficios. En primer lugar, aportan una amplia gama de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales permiten el desarrollo y rendimiento de las plantas. Además, corrigen la estructura del suelo, aumentando su porosidad y capacidad de retención de agua, lo que ayuda el aumento de las raíces y reduce el riesgo de erosión (Cotrina et al., 2020). Asimismo, los abonos orgánicos incrementan la actividad biológica del suelo, albergando una mayor diversidad de microorganismos que descomponen la materia orgánica liberando nutrientes

de forma gradual. Esta liberación lenta de nutrientes reduce la lixiviación y el impacto ambiental en comparación con los fertilizantes químicos (Huanay, 2022).

Las ventajas del uso de abonos orgánicos frente a los inorgánicos son obvias al mejorar integralmente la estructura del suelo, incrementar los niveles de materia orgánica, promover la actividad biológica, favorecer la liberación de nutrientes a lo largo de los ciclos del cultivo y contribuir a una fertilización equilibrada y sostenible en el largo plazo (Ramos y Terry, 2014). En contraposición con los abonos inorgánicos que proveen nutrientes de forma casi instantánea, los orgánicos favorecen un proceso lento de restauración del suelo, lo que a su vez disminuye el riesgo de contaminación de aguas superficiales, etc. Sin embargo, los inorgánicos también tienen puntos positivos, en especial en el caso de que una respuesta rápida del cultivo sea necesaria ante una carencia de nutrientes concreta, ya que su formulación permite una dosificación precisa de alguno de los nutrientes esenciales para las plantas, como el nitrógeno, fósforo o potasio (FAO, 2024).

Mantener suelos con buena fertilidad y recuperar aquellos que se encuentran degradados es una tarea trascendental que impacta directamente sobre la humanidad y el equilibrio de los ecosistemas. A medida que la población mundial continúa su creciente expansión, la necesidad de contar con suelos productivos capaces de satisfacer la creciente demanda de alimentos se torna cada vez más apremiante.

Más allá de su importancia para la producción de alimentos, los suelos con buenas propiedades físicas y químicas, ricos en nutrientes y materia orgánica, permiten maximizar los rendimientos de los cultivos, asegurando así la rentabilidad y el sustento económico de los agricultores y las comunidades rurales que dependen de la actividad agrícola. Según la FAO (2024), el valor de estos suelos trasciende lo productivo, pues albergan organismos que son fundamentales para el funcionamiento equilibrado de los ecosistemas. Estos desempeñan

un papel crucial en la desintegración de la materia orgánica, en la recolecta de nutrientes y el mantenimiento de la estructura del suelo, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental (Huanay, 2022).

Aunado a esto, los suelos saludables actúan como sumideros de carbono, capturando y almacenando el dióxido de carbono presente en la atmósfera, lo que los convierte en aliados clave en la mitigación del cambio climático (FOA, 2015). Por el contrario, los suelos degradados y erosionados liberan este carbono, exacerbando los efectos del calentamiento global. Además, suelos con buena estructura y alta capacidad de retención de agua permiten una mejor infiltración y almacenamiento de este recurso vital, reduciendo el riesgo de inundaciones y sequías, y protegiendo así los recursos hídricos (Cotrina et al., 2020).

La degradación de los suelos, por otro lado, puede conducir a la desertificación, un proceso de empobrecimiento de la tierra que amenaza la productividad agrícola y la supervivencia misma de las comunidades en las zonas áridas y semiáridas (Martínez et al., 2021). Es por ello que mantener y recuperar suelos con buena fertilidad se erige como un pilar fundamental para la sostenibilidad ambiental, pues sienta las bases para sistemas agrícolas que minimizan el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, reduciendo así el impacto negativo en el agua, el aire y la biodiversidad (Muñoz, 2023).

Por lo mencionado anteriormente, ante la problemática de la degradación de los suelos agrícolas del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca y los desafíos asociados a la baja fertilidad, la presente investigación cobra especial relevancia. La finalidad principal es determinar el efecto de tres tipos de abonos orgánicos ampliamente reconocidos, tales como el humus de lombriz, el compost y el bocashi en las propiedades físicas y químicas del suelo de esta región. Mediante un enfoque experimental riguroso, se

evaluará cómo estos abonos orgánicos impactan en parámetros clave como la estructura del suelo, el pH, los niveles de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes.

### **Justificación de la investigación**

El estudio constituye una valiosa contribución metodológica, ya que permitirá establecer un diseño experimental sólido, con parcelas control y tratamientos de abonos orgánicos, lo cual sentará las bases para más investigaciones en el campo de la recuperación de suelos degradados.

Desde un punto de vista práctico, esta investigación reviste una importancia trascendental para los agricultores del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca. Los resultados obtenidos brindarán información valiosa sobre los abonos orgánicos empleados en la mejora de las propiedades del suelo. Esto permitirá tomar decisiones informadas sobre las prácticas de manejo de suelos más adecuadas, optimizando así recursos y maximizando rendimientos agrícolas, lo que se traducirá en mayores ingresos económicos y una mejor calidad de vida.

Desde una perspectiva teórica, el estudio del efecto de los abonos orgánicos en el aspecto químico del suelo contribuirá a enriquecer el conocimiento científico en el campo de la edafología. Los resultados obtenidos permitirán profundizar en la comprensión de los químicos que ocurren en el suelo cuando se agregan enmiendas orgánicas, lo que puede conducir al desarrollo o refinamiento de teorías y modelos explicativos. Asimismo, esta investigación aportará datos empíricos que podrán ser utilizados para validar o cuestionar las teorías existentes y generar nuevas hipótesis que impulsen investigaciones futuras en este campo.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de tres abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo del centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024?

### **Problema específico**

¿Qué efecto tienen los tres abonos orgánicos en el pH Materia orgánica, conductividad eléctrica, Fosforo disponible y Potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de tres abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

### **Objetivo específico**

Evaluar el efecto del Bocashi en el pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, fosforo disponible y potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

Evaluar el efecto del Compost en el pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, fosforo disponible y potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

Evaluar el efecto del Humus de lombriz en el pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, fosforo disponible y potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

## **1.4. Hipótesis**

**H<sub>1</sub>:** Los abonos orgánicos no afectan las propiedades químicas del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

**H<sub>0</sub>:** Los abonos orgánicos mejoran significativamente las propiedades químicas del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

### **1.5 Hipótesis específicas**

El Bocashi mejorar el pH, la materia orgánica, la conductividad eléctrica, el fósforo disponible y potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

El Compost mejorar el pH, la materia orgánica, la conductividad eléctrica, el fósforo disponible y potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

El Humus de lombriz mejorar el pH, la materia orgánica, la conductividad eléctrica, fósforo disponible y potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

La investigación tiene un enfoque cuantitativo. Según Hernández et al. (2014), este tipo de investigación se caracteriza por la recopilación de datos que pueden ser cuantificados y utilizados para describir fenómenos, así como para examinar las relaciones y diferencias entre variables. En este estudio, el enfoque cuantitativo es fundamental, ya que se emplean instrumentos específicos para la recolección de datos con el objetivo de explicar el efecto de los abonos orgánicos (humus de lombriz, compost y bocashi) en las propiedades químicas del suelo del del caserío el tambo de la provincia de Hualgayoc. Este enfoque permitió medir de manera precisa los cambios en el pH, el contenido de M.O, C.E, potasio y fósforo

disponible, proporcionando así una comprensión detallada y objetiva de los impactos de los abonos orgánicos en el suelo estudiado.

La investigación se basa en un diseño experimental, un método descrito por Hernández et al. (2014) que se utiliza cuando el investigador manipula deliberadamente variables específicas para observar sus efectos. En este estudio, las variables manipuladas son los abonos orgánicos humus de lombriz, compost y bocashi. Estos abonos se aplicaron al suelo en dosis de 2 kg por metro cuadrado de área, con el objetivo de valorar su impacto en las propiedades químicas del suelo del caserío el tambo de la provincia de Hualgayoc.

El diseño experimental elegido para la presente investigación fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA), el cual controla la variabilidad intrínseca del suelo al dividir el área de estudio en bloques homogéneos y asignar los tratamientos aleatoriamente (Abonos orgánicos) dentro de cada bloque. Este diseño es adecuado para asegurar que las diferencias observadas entre tratamientos sean atribuibles a los efectos de los abonos orgánicos y no a variaciones del suelo.

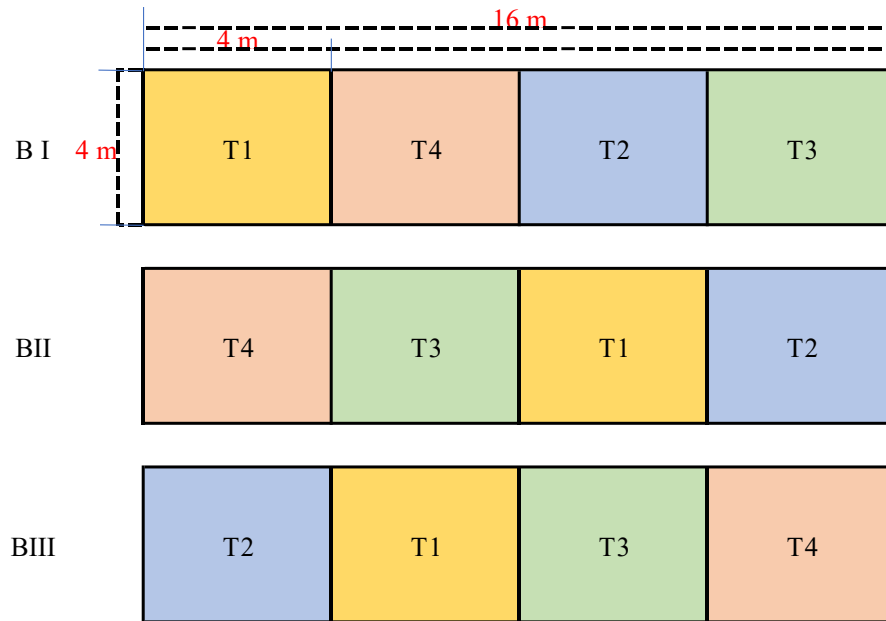
**Tabla 1**

*Descripción de los tratamientos que se empleó para mejorar las características químicas del suelo.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis aplicada (t ha<sup>-1</sup>)</b>
T1	Testigo	Sin abono
T2	Humus de lombriz	20
T3	Compost	20
T4	Bocashi	20

**Figura 1**

*Distribución de los tratamientos (abonos orgánicos) según el diseño experimental DBCA en un área total de 224 m<sup>2</sup>*



**Figura 2**

*Distribución de los tratamientos (abonos orgánicos) según el diseño experimental en el campo.*



Cada tratamiento se replicó tres veces (Tabla 1 y Figura 1), lo que proporcionó una base estadística sólida para analizar los resultados y determinar la significancia de los efectos

observados. Las propiedades químicas incluyen el pH, el contenido de M.O, CE y la concentración de fósforo y potasio.

La población estuvo constituida por toda el área experimental que es 224 m<sup>2</sup>. Como muestra se consideró 1 kg de muestra de suelo por tratamiento, es decir, de las parcelas a la que se incorporó los abonos orgánicos se recogerá una muestra por cada tratamiento replicado tres veces. En total se obtuvieron 12 muestra se suelo, las cuales se enviaron al laboratorio de suelos de Instituto de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca para ser analizadas las propiedades fisicoquímicas.

La población y muestra consideradas para esta investigación consistió en la recolección de muestras de suelo tratadas con los abonos orgánicos. Por cada parcela a la que se incorporó el tratamiento (humus de lombriz, compost y bocashi) se extrajo 1 kg de muestra de suelo. Las muestras se replicaron tres veces, esto significa que, para cada tipo de abono, se obtuvieron tres muestras de suelo, resultando en un total de 9 muestras tratadas. Además, se incluyó un grupo de control sin abono orgánico, también replicado tres veces, para comparar y evaluar la efectividad de los tratamientos aplicados. Esto suma un total de 12 muestras de suelo, considerando las 9 muestras tratadas y las 3 del grupo de control.

Las 12 muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio de suelos del INIA Cajamarca para un análisis detallado de sus propiedades fisicoquímicas. El análisis incluyó parámetros como la densidad aparente, porosidad, textura, pH, contenido de materia orgánica y concentración de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio). Estos datos son cruciales para determinar los efectos de los abonos orgánicos en la fertilidad y estructura del suelo, proporcionando información valiosa para la mejora de prácticas agrícolas en la región.

En el contexto de esta investigación, los instrumentos de recolección de datos son esenciales para asegurar la precisión y validez de los resultados obtenidos. Según Hernández

et al, (2014), las técnicas de recolección de datos son medios y recursos destinados a recopilar, analizar y transmitir los datos sobre los fenómenos estudiados. Estas técnicas son procedimientos fundamentales que permiten al investigador acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento de manera sistemática y estructurada.

Para esta investigación, se optó por la técnica de observación directa. Esta técnica implicó la supervisión cuidadosa y sistemática de la aplicación de los tratamientos de abonos orgánicos (humus de lombriz, compost y bocashi) sobre los cambios en las propiedades químicas del suelo resultantes de dicha aplicación. La observación directa permite captar detalles específicos y obtener datos empíricos relevantes sobre el impacto de los abonos en el suelo.

El instrumento principal utilizado para la recolección de información fue una ficha. Esta ficha fue diseñada de acuerdo con el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), asegurando que se pudiera registrar de manera detallada y organizada toda la información necesaria para el análisis posterior. La ficha de recolección de datos incluyó los siguientes componentes, tales como datos de Identificación (Nombre del tratamiento, Fecha y hora de la aplicación del tratamiento y Ubicación y descripción de la parcela) y propiedades químicas del suelo (pH, MO, CE y fósforo, potasio).

Esta ficha fue utilizada para registrar datos de manera sistemática en cada uno de los puntos de muestreo, garantizando la coherencia y comparabilidad de los datos recolectados. Adicionalmente, las muestras de suelo recogidas fueron etiquetadas y enviadas al laboratorio de suelos del INIA en Cajamarca para análisis más detallados.

La recolección de los datos en el campo experimental se llevó a cabo bajo el esquema de un diseño de bloques completos al azar indicado en la Figura 1, donde los tratamientos con abonos orgánicos y el testigo fueron distribuidos en tres bloques homogéneos. Dentro

de cada unidad experimental se llevó a cabo el muestreo de suelo en zigzag, tomando tres submuestras por unidad experimental con el propósito de obtener una muestra representativa de cada tratamiento. Estas muestras compuestas fueron etiquetadas y llevadas al laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Cajamarca, donde se analizaron las propiedades químicas del suelo; posteriormente, los resultados fueron organizados conforme a las variables e indicadores que se habían establecido en el instrumento de recolección de datos, lo que facilitó su análisis estadístico e interpretación en el presente trabajo de investigación.

La combinación de la técnica de observación directa y el uso de una ficha de recolección de datos detallada permitió obtener un conjunto de datos robusto y fiable, esencial para evaluar los efectos de los abonos orgánicos en las propiedades del suelo del centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca.

Este enfoque asegura que los resultados obtenidos sean precisos y representativos, proporcionando una base sólida para la formulación de recomendaciones prácticas para los agricultores locales.

Para el procesamiento de datos, en primer lugar, las muestras de suelo recolectadas fueron enviadas al laboratorio INIA en Cajamarca, donde se analizaron las propiedades fisicoquímicas de cada muestra. Los datos obtenidos incluyeron parámetros como densidad aparente, porosidad, textura, pH, contenido de materia orgánica y concentraciones de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio).

Una vez recopilados y tabulados los datos en Excel, se procesó los datos utilizando software estadístico SPSS versión 27, dado que asegura la precisión y la eficiencia en los cálculos. Como técnica estadística se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA), la cual define las diferencias en las propiedades del suelo entre los distintos tratamientos de abono

orgánico (humus de lombriz, compost y bocashi) y el grupo de control. El ANOVA permite comparar las medias de varios grupos y determinar si al menos una de ellas es diferente a las demás (Dagnino, 2014).

Después de realizar el ANOVA y encontrar diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey como método post hoc para identificar específicamente cuáles tratamientos diferían entre sí. La prueba de Tukey es una técnica que permite determinar, cuáles son los mejores tratamientos respecto al efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo (Dagnino, 2014), proporcionando una visión clara de las diferencias específicas entre los tratamientos de abono.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron presentados en tablas y gráficos para una mejor visualización y comprensión. Las conclusiones derivadas de este análisis estadístico proporcionaron una base sólida para evaluar la efectividad de los abonos orgánicos en la mejora de la calidad del suelo del centro Poblado el Tambo y para formular recomendaciones prácticas para los agricultores locales.

Con respecto a las consideraciones éticas que se respetó en la siguiente investigación, se realizó de acuerdo con los principios éticos que regulan la práctica científica, garantizando integridad, transparencia y confidencialidad en cada una de las etapas desarrolladas. En cuanto al uso de la propiedad donde se realizó el experimento, se obtuvieron adecuadamente los permisos correspondientes, resguardando la propiedad privada y previniendo cualquier tipo de conflicto, conforme a las normas éticas nacionales (CONCYTEC, 2022). La información se obtuvo del análisis de los suelos realizado por el INIA – Cajamarca, la cual sólo era utilizada con un enfoque académico, respetando los derechos de privacidad y de un uso responsable de los datos, tal como enuncia la UNESCO (2017) al referirse a la importancia del consentimiento informado y la protección de los datos en la investigación

científica. Además, se procuró disminuir cualquier posible impacto ambiental, garantizando un comportamiento responsable frente a la naturaleza. Por último, cumplió a rajatabla los derechos de autor, citando convenientemente cualquiera de las fuentes consultadas según las normas de estilo APA (American Psychological Association, 2020), en perfecta coherencia con los estándares éticos internacionales que regulan la producción académica.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

**Tabla 2**

*Resultados de las propiedades químicas del tratamiento testigo.*

<b>Abonos orgánicos (Tratamientos)</b>	<b>pH</b>	<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>Conductividad Eléctrica (dS/m)</b>	<b>Fósforo Disponible (mg/kg)</b>	<b>Potasio Disponible (mg/kg)</b>
Testigo	5.2	5.7	0.52	51.73	260.33

*Nota:* Resultados brindado por el laboratorio de suelos INIA.

Los resultados iniciales del suelo (Tabla 2), representados por el tratamiento testigo sin la aplicación de abonos orgánicos, reflejan las condiciones químicas originales del suelo antes de la aplicación de los abonos orgánicos. El valor de pH es 5.2, lo que indica que el suelo presentó una acidez moderada, característica que puede limitar la disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo de plantas. La materia orgánica del suelo se fue de 5.7 %, lo que refleja un contenido moderado, aunque puede no ser suficiente para optimizar las condiciones de fertilidad y estructura del suelo a largo plazo.

La conductividad eléctrica del suelo fue de 0.52 dS/m, un valor relativamente bajo que indica una baja concentración de sales solubles en el suelo.

En relación con el fósforo disponible, el valor es de 51.73 mg/kg, lo que evidencia una baja concentración de este nutriente en el suelo. Finalmente, el potasio disponible se reportó en 260.33 mg/kg, un valor bajo que podría ser insuficiente para cubrir las demandas nutricionales de los cultivos, especialmente aquellos con altos requerimientos de este macronutriente.

## **Análisis del pH**

**Tabla 3**

*Análisis de varianza para los resultados del pH.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	0.005	2	0.0025	0.3103	0.7443
Tratamientos	0.2767	3	0.0922	11.4483	0.0068
Error	0.0483	6	0.0081		
Total	0.33	11			

*Nota:* p-valor menor al 0.05, existe diferencias significativas.

$$\text{CV} = 0.61 \%$$

El ANOVA realizado para el pH del suelo después de aplicar abonos orgánicos mostró que para el caso de los bloques la significación (p-valor = 0.7443) es mayor al 5%, lo cual indica que las diferencias entre estos afectó no significativamente las mediciones del pH, es decir, que no existen diferencias significativas entre los bloques respecto al pH.

Para los tratamientos se encontró que la significación ( $p$ -valor = 0.0068), también es menor al 5%. Este resultado evidencia diferencias significativas entre los tratamientos aplicados al suelo, es decir, que los diferentes abonos orgánicos evaluados generaron efectos distintos en el pH del suelo después de cuatro meses de su aplicación.

**Tabla 4**

*Prueba de Tukey para los resultados del pH.*

<b>Tratamientos</b>	<b>pH</b>	<b>Agrupación</b>
Humus de lombriz	5.60	A
Compost	5.53	A
Bocashi	5.47	A
Testigo	5.20	B

*Nota:* Medias con letras diferentes, efectos diferentes

La prueba de Tukey realizada para los resultados del pH (Tabla 4), muestra que el Humus de lombriz (pH = 5.60), Compost (pH = 5.53) y Bocashi (pH = 5.47) comparten el grupo A, mientras que el Testigo (pH = 5.20) pertenece al grupo B. Esto implica que los tratamientos con abonos orgánicos no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos, pero sí difieren significativamente del Testigo.

Los valores reflejan que los abonos orgánicos generan un efecto más uniforme en el pH del suelo, con valores que oscilan entre 5.47 y 5.60. En cambio, el Testigo muestra un pH más bajo (5.20), indicando que la ausencia de abonos orgánicos está asociada con una mayor acidificación del suelo en comparación con los tratamientos evaluados.

Los abonos orgánicos se comportan de manera similar, incrementando el pH del suelo en relación con el Testigo. Esto indica que los abonos orgánicos estudiados, tienen la capacidad de amortiguar la acidez del suelo, lo que puede deberse a la liberación de bases como calcio, magnesio o potasio durante su descomposición.

## **Análisis de la materia orgánica.**

**Tabla 5**

*Análisis de varianza para los resultados de la materia orgánica.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	0.47	2	0.24	2.14	0.199
Tratamientos	2.02	3	0.67	6.09	0.0298
Error	0.66	6	0.11		
Total	3.15	11			

*Nota:* p-valor menor al 0.05, existe diferencias significativas.

$$\text{CV} = 8.23 \%$$

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la variable materia orgánica (Tabla 5), muestran diferencias en las fuentes de variación evaluadas. En el caso de los bloques, el valor de significación (p-valor = 0.199) es mayor al nivel establecido de 0.05, lo que indica que no hay evidencia suficiente para concluir que las diferencias entre los bloques afectan significativamente el contenido de materia orgánica. Esto indica que la variabilidad observada en la materia orgánica no está asociada a las diferencias intrínsecas de los bloques.

Por otro lado, los tratamientos presentan un valor de significación (p-valor = 0.0298), el cual es menor al 5%. Esto indica que las diferencias entre los tratamientos son estadísticamente significativas, es decir, los abonos orgánicos aplicados generan efectos distintos en el contenido de materia orgánica en el suelo.

**Tabla 6**

*Prueba de Tukey para los resultados de la materia orgánica.*

<b>Abonos orgánicos</b>	<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>Agrupación</b>
Bocashi	6.80	A
Humus de lombriz	6.57	A
Compost	6.37	AB

Testigo	5.70	B
---------	------	---

*Nota:* Medias con letras diferentes, efectos diferentes

La prueba de Tukey realizada para la materia orgánica (Tabla 6) muestra que los tratamientos Bocashi (6.80 %) y Humus de lombriz (6.57 %) se encuentran en el grupo A, lo que indica que no presentan diferencias significativas entre ellos, y ambos generan los porcentajes más altos de materia orgánica.

Por otro lado, el Compost (6.37 %) pertenece al grupo AB, lo que implica que no difiere significativamente del grupo A (Bocashi y Humus de lombriz), pero sí presenta cierta similitud con el Testigo (5.70 %), que se encuentra en el grupo B. Finalmente, el Testigo, que tiene el valor más bajo de materia orgánica, se agrupa únicamente en la categoría B, lo que indica que difiere significativamente del Bocashi y Humus de lombriz, y en menor medida, del Compost.

Estos resultados reflejan que los abonos orgánicos evaluados incrementan el contenido de materia orgánica del suelo en comparación con el Testigo. Dentro de los abonos orgánicos, el Bocashi y el Humus de lombriz presentan un impacto superior y estadísticamente similar, mientras que el Compost muestra un efecto intermedio, con una tendencia a aumentar la materia orgánica, pero menos pronunciado en comparación con los otros dos abonos.

### **Análisis de la conductividad eléctrica (CE)**

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para los resultados de la CE.*

FV	SC	GL	CM	FC	p-valor
Bloques	1.45	2	0.73	0.42	0.6757
Tratamientos	1340.58	3	446.86	257.19	<0.0001

Error	10.43	6	1.74
Total	1352.46	11	

*Nota:* p-valor menor al 0.05, existe diferencias significativas.

$$CV = 7.45 \%$$

El análisis de varianza (ANOVA) para la CE (Tabla 7) muestra que para los bloques el valor de significación obtenido ( $p = 0.6757$ ) es mayor al nivel establecido de 0.05, lo que indica que no hay diferencias entre los ellos. Esto indica que la variabilidad observada en la conductividad eléctrica no está asociada a diferencias entre los bloques.

Por otro lado, los tratamientos presentan un valor de significación ( $p < 0.0001$ ), que es considerablemente menor al 5%. Esto indica diferencias altamente significativas entre los abonos orgánicos evaluados, es decir, que las diferencias en la conductividad eléctrica están claramente asociadas a los efectos de los abonos orgánicos aplicados.

### Tabla 8

*Prueba de Tukey para los resultados de la conductividad eléctrica.*

Tratamientos	Conductividad Eléctrica (mS/m)	Agrupación
Bocashi	3.41	A
Compost	1.84	B
Humus de lombriz	1.31	C
Testigo	0.52	D

*Nota:* Medias con letras diferentes, efectos diferentes

La prueba de comparación múltiple de Tukey (Tabla 8) muestra que el testigo en comparación con los suelos tratados con abonos orgánicos presenta el menor valor de conductividad eléctrica (0.52 dS/m) indicando que los suelos sin abono orgánico presentaron una baja concentración de sales solubles en el suelo.

El tratamiento con Humus de lombriz mostró un valor de 1.31 dS/m, indicado que el suelo con este abono presenta un leve incremento en la concentración de sales en

comparación con el testigo, aunque sin representar un problema de salinidad para el suelo. El compost registró un valor de 1.84 dS/m, lo que también lo ubica en la categoría de muy ligeramente salino, pero con una concentración de sales ligeramente superior a la del humus de lombriz, lo que indica que este abono libera mayor cantidad de sales en el suelo.

Por otro lado, el tratamiento con Bocashi presentó la conductividad eléctrica más alta (3.41 dS/m), clasificándose dentro de la categoría de moderadamente salino (2.1 - 4 dS/m). Estos resultados evidencian un aumento considerable en la concentración de sales solubles en el suelo en comparación con los demás tratamientos y con el testigo. Aunque este nivel de salinidad no representa un problema grave, podría generar restricciones para cultivos sensibles a la salinidad, dependiendo de las condiciones del suelo y del manejo del riego.

Los resultados indican que la aplicación de abonos orgánicos incrementa la conductividad eléctrica del suelo en comparación con el testigo, destacándose Bocashi como el tratamiento que genera el mayor aumento en la concentración de sales solubles. Este comportamiento puede atribuirse a la mayor presencia de minerales y compuestos solubles en este tipo de abono. Aunque el incremento de la conductividad eléctrica puede ser beneficioso al mejorar la disponibilidad de nutrientes, es fundamental considerar la tolerancia de los cultivos y las condiciones del suelo para evitar efectos negativos a largo plazo.

### **Análisis del fósforo disponible**

**Tabla 9**

*Análisis de varianza para los resultados del fósforo disponible.*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	2195.6017	2	1097.8008	2.4455	0.1672
Tratamientos	121619.153	3	40539.718	90.3086	<0.0001

Error	2693.4117	6	448.9019
Total	126508.167	11	

*Nota:* p-valor menor al 0.05, existe diferencias significativas.

$$CV = 9.37 \%$$

El análisis de varianza (ANOVA) para el fósforo disponible (Tabla 9) muestra que para los bloques, el valor de significación obtenido (p-valor = 0.1672) es mayor al nivel establecido de 0.05, indica que no hay diferencias entre los bloques. Esto indica que la variabilidad atribuida a los bloques no afecta de manera significativa los valores de fósforo disponible, lo que refuerza la estabilidad del diseño experimental empleado.

Por otro lado, los tratamientos (abonos orgánicos) presentan un valor de significación (p-valor < 0.0001), el cual es considerablemente menor al 5%. Esto indica que existen diferencias altamente significativas entre los abonos orgánicos evaluados, es decir, que los efectos en el fósforo disponible se deben principalmente a las diferencias entre los abonos orgánicos aplicados.

**Tabla 10**

*Prueba de Tukey para los resultados del fosforo disponible.*

Abonos orgánicos	Fósforo Disponible (mg/kg)	Agrupación
Compost	286.10	A
Humus de lombriz	285.60	A
Bocashi	280.83	A
Testigo	51.73	B

*Nota:* Medias con letras diferentes, efectos diferentes

La prueba de comparación múltiple de Tukey (Tabla 10) realizada para el fósforo disponible muestra que el Compost (286.10 mg/kg), Humus de lombriz (285.60 mg/kg) y Bocashi (280.83 mg/kg) comparten grupos iguales (A), lo que indica que no presentan

diferencias entre ellos. Por otro lado, el Testigo (51.73 mg/kg) pertenece al grupo B, lo que demuestra una diferencia significativa con respecto a los tratamientos que incluyeron abonos orgánicos.

Estos resultados demuestran que la aplicación de abonos orgánicos incrementa significativamente los niveles de fósforo disponible en el suelo en comparación con el Testigo. Los valores observados para Compost, Humus de lombriz y Bocashi son altos y estadísticamente similares, lo que indica que todos estos tratamientos tienen un impacto comparable en el incremento del fósforo disponible. En cambio, el Testigo, con un valor mucho menor, refleja los niveles de fósforo disponibles sin la influencia de los abonos orgánicos, lo que confirma que la ausencia de estos insumos no contribuye a la disponibilidad de fósforo en el suelo.

### **Análisis para el potasio disponible**

**Tabla 11**

*Análisis de varianza para los resultados del potasio disponible*

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>p-valor</b>
Bloques	50.06	2	25.03	0.28	0.7632
Tratamientos	39628.99	3	13209.66	149.2	<0.0001
Error	531.22	6	88.54		
Total	40210.27	11			

*Nota:* p-valor menor al 0.05, existe diferencias significativas.

$$CV = 3 \%$$

El análisis de varianza realizado para el potasio disponible (Tabla 11) muestra que para los bloques el valor de significación (p-valor = 0.7632) es mayor al nivel de significancia establecido de 0.05, indicando que no existen diferencias significativas entre

los bloques en relación con el potasio disponible. Esto indica que la variabilidad asociada a los bloques no influye de manera importante en la variable evaluada.

En contraste, los tratamientos presentan un valor de significación ( $p$ -valor  $< 0.0001$ ), el cual es menor al 0.05. Esto demuestra que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas y que los abonos orgánicos aplicados generan efectos claramente diferenciados en el potasio disponible del suelo.

**Tabla 12**

*Prueba de Tukey para los resultados del potasio disponible.*

<b>Abonos orgánicos</b>	<b>Potasio Disponible (mg/kg)</b>	<b>Agrupación</b>
Bocashi	408.67	A
Humus de lombriz	310.00	B
Compost	277.23	C
Testigo	260.33	D

*Nota:* Medias con letras diferentes, efectos diferentes

La prueba de comparación múltiple de Tukey para el potasio disponible (Tabla 12) muestra que el Bocashi, con el mayor valor de potasio disponible (408.67 mg/kg), están en el A, lo que indica que su efecto es significativamente superior al de los demás abonos. El Humus de lombriz, con un valor de 310.00 mg/kg, pertenece al grupo B, mostrando un impacto menor que Bocashi, pero significativamente diferente de Compost y Testigo. Por su parte, el Compost (277.23 mg/kg) se ubica en el grupo C, diferenciándose tanto de Bocashi como del Humus de lombriz, pero mostrando valores mayores que el Testigo. Finalmente, el Testigo, con el menor valor de potasio disponible (260.33 mg/kg), se encuentra en el grupo D, reflejando un efecto significativamente inferior al de todos los tratamientos con abonos orgánicos.

Los resultados demuestran que cada abono tiene un impacto diferenciado en la cantidad de potasio disponible en el suelo. El Bocashi, al ubicarse en el grupo A, se destaca por su capacidad para incrementar el potasio disponible de manera significativa, probablemente debido a su alta concentración de nutrientes solubles y su capacidad para liberar potasio al suelo. El Humus de lombriz y el Compost también contribuyen al incremento del potasio disponible, pero en menor medida y con diferencias claras entre ellos. Por otro lado, el Testigo, que no recibió aplicación de abonos orgánicos, presenta el menor nivel de potasio disponible, lo que confirma que la ausencia de insumos orgánicos limita la disponibilidad de este nutriente.

## **CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1. Discusión**

Los resultados para el pH indicaron que los abonos orgánicos controlan la acidez del suelo, dado que, con los abonos orgánicos (Humus de lombriz, Compost, Bocashi) el pH se volvió ligeramente más alcalino que del testigo. Este resultado se obtuvo después de cuatro meses de la incorporación de los abonos orgánicos al suelo. Este hallazgo se asemeja con los resultados de Huanay (2022), quien destaca que la combinación de vermicompost y abono verde mejora los valores de pH aunque con un efecto más pronunciado en suelos degradados. Asimismo, Maldonado (2024) obtuvo un incremento del pH tras la aplicación de compost en suelos agrícolas, lo que respalda la capacidad de los abonos orgánicos para modificar las propiedades químicas del suelo.

Al respecto, Ramos y Terry (2014) enfatizan que los abonos orgánicos, al contener componentes esenciales como calcio, magnesio y materia orgánica, pueden actuar como agentes amortiguadores de la acidez del suelo. Este mecanismo explica cómo los abonos aplicados en el presente estudio lograron incrementar ligeramente el pH, contribuyendo a equilibrar la acidez del suelo. Además, según Huanay (2022), sostiene que la liberación gradual de bases durante el proceso de descomposición de los abonos orgánicos favorece la neutralización de protones ( $H^+$ ), lo que también sustenta los resultados obtenidos en esta investigación.

El control de la acidez mediante la aplicación de abonos orgánicos no solo mejora las condiciones químicas del suelo, sino que también optimiza la disponibilidad de nutrientes esenciales que suelen estar limitados en suelos ácidos. En términos de contribuciones, este estudio refuerza la evidencia sobre la capacidad de los abonos orgánicos para mejorar la

fertilidad química del suelo de manera sostenible, ofreciendo una alternativa viable al uso de fertilizantes químicos que, a largo plazo, generan deterioro en las propiedades del suelo.

Los abonos orgánicos incrementaron la MO en el suelo. Bocashi presentó el valor más alto (6.80 %), seguido por Humus de lombriz (6.57 %) y Compost (6.37 %), mientras que el testigo tuvo un valor menor (5.70 %). Esto indica que los abonos orgánicos enriquecen el suelo con materia orgánica, siendo Bocashi el más efectivo, mientras que la falta de abonos limita esta mejora. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Cotrina et al. (2020) quienes en su investigación notaron aumentos significativos en la materia orgánica tras la aplicación de Bocashi y Compost en suelos degradados, destacando a estos abonos como efectivos para enriquecer esta propiedad del suelo. Al respecto Ramos y Terry (2014) destacan que los abonos orgánicos, al ser ricos en residuos vegetales y animales, actúan como fuentes directas de materia orgánica. Este mecanismo sustenta los resultados obtenidos, donde la aplicación de Bocashi mostró el mayor impacto, probablemente debido a su alto contenido de nutrientes fácilmente descomponibles y su capacidad para estimular la proliferación de microorganismos descomponedores. Además, como señala Cotrina et al. (2020), la incorporación de abonos orgánicos incrementa la formación de agregados estables en el suelo, lo que favorece la acumulación de materia orgánica.

Los resultados resaltan la importancia de los abonos orgánicos como una opción sostenible para mejorar la fertilidad de los suelos. El incremento observado en la materia orgánica con los tres tipos de abonos orgánicos evaluados evidencia su eficacia en la recuperación de suelos degradados, resaltando a Bocashi como el tratamiento más efectivo. En términos de implicancias, estos hallazgos son particularmente relevantes en sistemas agrícolas que buscan disminuir el uso de fertilizantes químicos, ya que los abonos orgánicos ofrecen una solución práctica para enriquecer el suelo de manera natural y sostenida.

La conductividad eléctrica del suelo mejoró significativamente por efecto de los abonos orgánicos. El Bocashi presentó el valor más alto (3.41 dS/m), seguido por Compost (1.84 dS/m) y Humus de lombriz (1.31 dS/m), mientras que el testigo mostró el valor más bajo (0.52 dS/m). Estos hallazgos coinciden con los resultados de Maldonado (2024) quien reportó un incremento en la conductividad eléctrica del suelo tras la aplicación de compost, atribuyéndolo al aumento en la concentración de sales provenientes de la descomposición de materia orgánica. Sin embargo, en ese estudio, el compost mostró valores más altos en comparación con otros tratamientos (3.89 dS/m), mientras que en el presente estudio, Bocashi se destacó como el abono más efectivo. Estas diferencias pueden deberse a variaciones en la composición química de los abonos o a las condiciones iniciales del suelo.

Ramos y Terry (2014) sostienen que los abonos orgánicos, al descomponerse, liberan nutrientes en forma de sales solubles, incrementando así la conductividad eléctrica del suelo. Este proceso se ve reforzado en el caso de Bocashi debido a su composición, que suele incluir materiales ricos en minerales fácilmente solubles, como cenizas y estiércol fermentado. Además, Cotrina et al. (2020) destacan que la CE del suelo puede servir como un indicador indirecto de la disponibilidad de nutrientes esenciales, lo que respalda la relación observada entre los abonos orgánicos y la concentración de sales en el presente estudio.

Respecto al fósforo los resultados obtenidos con el Compost (286.10 mg/kg), Humus de lombriz (285.60 mg/kg) y Bocashi (280.83 mg/kg) fueron considerablemente superiores al testigo, que presentó un valor mucho menor (51.73 mg/kg). De manera similar, los resultados para el potasio disponible muestran que Bocashi tuvo el mayor impacto (408.67 mg/kg), seguido por Humus de lombriz (310.00 mg/kg) y Compost (277.23 mg/kg), mientras que el testigo mostró el menor valor (260.33 mg/kg). Estos resultados sostienen que los

abonos orgánicos son una fuente de nutrientes esenciales para el suelo, destacando a Bocashi como el tratamiento más efectivo en el caso del potasio.

Estos resultados guardan similitud con los hallazgos de Huanay (2022) quien reportó que la combinación de abonos orgánicos incrementa la disponibilidad de fósforo y potasio en suelos degradados, lo que coincide con los incrementos observados en este estudio. De manera similar, Maldonado (2024) encontró que la aplicación de compost enriqueció el suelo con macronutrientes como fósforo y potasio, aunque los valores reportados en esa investigación fueron inferiores a los obtenidos para Bocashi en el presente estudio. Estos antecedentes sostienen que los abonos orgánicos mejoran las propiedades químicas del suelo, aunque las variaciones entre estudios podrían explicarse por diferencias en las características del suelo, las condiciones climáticas o las composiciones específicas de los abonos evaluados.

El incremento en fósforo y potasio disponible puede explicarse por la liberación gradual de nutrientes durante la descomposición de los abonos orgánicos, tal como lo señalan Ramos y Terry (2014) los abonos orgánicos no solo aportan cantidades significativas de macronutrientes, también mejoran la actividad microbiana del suelo, facilitando la disgregación de materia orgánica y la liberación de nutrientes como fósforo y potasio en formas disponibles para las plantas.

En términos de implicancias, los incrementos observados en fósforo y potasio disponible tienen el potencial de mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos, ya que ambos nutrientes son influyentes para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, estos resultados refuerzan la importancia de integrar abonos orgánicos en las estrategias de manejo sostenible del suelo, contribuyendo a la recuperación de suelos degradados y a la seguridad alimentaria en el largo plazo.

Los resultados obtenidos resaltan tanto las ventajas como los retos asociados con el uso de abonos orgánicos en el manejo del suelo. El incremento en la conductividad eléctrica es beneficioso en términos de disponibilidad de nutrientes, ya que una mayor concentración de sales solubles facilita la absorción de estos elementos por las plantas. Sin embargo, niveles elevados de conductividad eléctrica, como los observados con Bocashi, podrían generar problemas de salinidad si se aplican dosis excesivas o en suelos con bajo drenaje, limitando su uso en ciertos contextos. Esto destaca la importancia de ajustar las dosis de aplicación según las características específicas del suelo y del cultivo.

Apoyándonos en los resultados obtenidos, se indica que los suelos tratados con los diferentes tratamientos agronómicos (bocashi, compost y humus) alcanzaron valores adecuados de pH, materia orgánica y disponibilidad de fósforo y potasio, lo cual es clave para el desarrollo de cultivos de la zona (papa, maíz, haba, trigo y hortalizas). El leve ascenso de pH controló la acidez inicial del suelo, así como el aumento en materia orgánica (hasta 6.80 %) y en macronutrientes como fósforo (más de 286 mg/kg) y potasio (hasta 408.67 mg/kg) permitió una mejora significativa de la fertilidad del suelo. La conductividad eléctrica sobrepasó ligeramente el de inicio, pero los valores que obtuvo son perfectamente aceptables ( $\leq 3,41$  dS/m) y no es considerado un alto riesgo de salinización. Por lo tanto, los suelos intervenidos pueden ser considerados como aptos para los cultivos en la zona, siempre que se mantenga una aplicación de abonos orgánicos controlada y un buen monitoreo del potencial del suelo.

### **Implicancias y limitaciones de la investigación**

Las implicancias de los resultados de confirman la eficacia de los abonos orgánicos para enriquecer químicamente el suelo, destacándose Bocashi como una opción altamente efectiva. Sin embargo, se recomienda monitorear la evolución de la conductividad eléctrica

a lo largo del tiempo para evitar efectos adversos asociados con la acumulación de sales. Además, el estudio refuerza la importancia de integrar los abonos orgánicos en sistemas agrícolas sostenibles, promoviendo la fertilización natural y reduciendo la dependencia de insumos químicos.

El tiempo transcurrido entre la evaluación fue una de nuestras principales limitaciones en el estudio, dado que este evento se realizó únicamente cuatro meses después de haber incorporado los abonos a los cultivos y no se puede afirmar si los efectos que aquí se han observado pudieron haberse visto alterados a largo plazo. Además, el estudio exclusivo a evaluar solo propiedades químicas del suelo; se dejaron fuera las propiedades físicas y biológicas, que pueden ser importantes en las condiciones del suelo y, por consiguiente, en el rendimiento de los cultivos. Para finalizar, el experimento se llevó a cabo con condiciones controladas en una única zona geográfica, lo que condiciona la extrapolación de los resultados a otras zonas con suelos y climas diferentes.

## 4.2. Conclusiones

- Respecto al objetivo general, los resultados permitieron afirmar que los tres abonos orgánicos utilizados (Bocashi, Compost, Humus de lombriz) propiciaron un efecto favorable en los parámetros químicos del suelo en el experimento. La mejora fue evidente en todos los parámetros analizados: pH, Materia orgánica, Conductividad eléctrica, fósforo y Potasio disponible respecto del control. Así, se vio que la aplicación de abonos orgánicos influye favorablemente sobre la fertilidad química del suelo del Centro Poblado El Tambo, aunque es el Bocashi el tratamiento más fuerte en cuanto a efectos acumulativos en las variables analizadas.
- El uso del abono orgánico Bocashi tuvo un buen efecto sobre todas las propiedades químicas del suelo que se evaluaron. En primer lugar, el pH mejoró ligeramente en el suelo (5.47) logrando así disminuir su acidez inicial. Este abono también logró registrar la mejor concentración de materia orgánica (6.80 %), confirmando su efectividad como una enmienda orgánica para poder enriquecer el suelo. De forma similar, se tuvo un aumento en la conductividad eléctrica (3.41 dS/m). En lo que respecta a los macronutrientes, con Bocashi se alcanzó valores altos en fósforo disponible (280.83 mg/kg) y en potasio disponible (408.67 mg/kg), donde este último fue el tratamiento más eficiente en dicho parámetro. Por lo tanto, se confirma que el abono Bocashi constituye un abono orgánico muy efectivo para mejorar la fertilidad química del suelo en el contexto del Centro Poblado El Tambo.

- La incorporación del Compost como enmienda orgánica produjo notables cambios en las propiedades químicas del suelo. Se observó un incremento del pH moderado (5.53), como efecto de la acción alcalinizante que tiene frente la acidez del suelo. Referente a la materia orgánica, Compost alcanzó porcentajes de 6.37 % y en la conductividad eléctrica se obtuvo 1.84 dS/m. El Compost fue más eficiente en fósforos disponible (286.10 mg/kg) y mejorar considerablemente el potasio disponible (277.23 mg/kg). Estos resultados indicaron que el Compost es una buena alternativa orgánica de enriquecer el suelo con nutrientes y mejorar su fertilidad química de forma sostenible.
- El Humus de lombriz influyó de manera positiva en las propiedades químicas del suelo, aunque no con la misma magnitud que los otros dos abonos. Se presentó un mejoramiento del pH (5.60), el cual fue el más elevado entre los tratamientos, lo que representa un mejor control de la acidez del suelo. En cuanto a la materia orgánica el humus presentó valores de 6.57 %, colocándose por encima del compost, pero por debajo del Bocashi, aumentando así la conductividad eléctrica hasta 1.31 dS/m. Respecto, se encontró valores de 285.60 mg/kg y en potasio disponible valores de 310.00 mg/kg, lo que demostró que el Humus de lombriz mejora la disponibilidad de macronutrientes. Estos resultados indicaron que el Humus de lombriz mejora la acidez y enriquece el suelo con nutrientes.

## REFERENCIAS

Cabrera, S. M y Meregildo, K, A. (2023). *Efecto del Biochar de pepa de palta en la mejora de las propiedades del suelo, usando Zea Mays como indicador* [Tesis de pregrado,

- Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio institucional:  
<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/aaa66daa-49d2-4fa3-8653-118fb1971c5e/content>
- Cotrina, V. R; Patiño, I. W; Cotrina, G; Córdova, P y Córdova, I. C. (2020). Effect of organic fertilizers on agricultural soil of Purupampa Panao, Peru. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852020000200031&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000200031&lng=es&tlng=en).
- Dagnino, J. (20214). Bioestadística y Epidemiología: Análisis de varianza. *Revista Chilena Anest*, 43 (1): 306-310.
- Estela, A. (2023). *Efecto de los abonos orgánicos en las características químicas del suelo y el rendimiento del pimiento (Capsicum annuum) en condiciones de invernadero – Huánuco – 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Repositorio institucional:  
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8723>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO). (2016). *Estado Mundial del Recurso Suelo*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>
- FAO (Organización de las naciones Unidas para la alimentación y la agricultura) (2024). *La biodiversidad del suelo*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-biodiversity/es/>
- Flórez, E. (2020). El vermicompost, una alternativa para la recuperación de suelos. *Revista de la Universidad Militar Nueva Granada*, 1 (1): 2-25. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/36123/FlorezMurielElizabeth2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R. & Baptista, P., Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Guanay, M. F. (2022). *Efecto de la mezcla de abonos orgánicos a partir de vermicompost, abono verde y gallinaza en la recuperación del suelo degradado – Cayhuayna Alta – Huánuco, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huanuco]. Repositorio institucional:

<http://distancia.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3395/HUANAY%20MUNGUIA%2c%20MAYTE%20FABIOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2016). *Territorio y suelo*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1140/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1140/cap01.pdf)

Maldonado, R. E. (2024). *Efecto del compost en las propiedades físicas y químicas del suelo degradado con instalación del cultivo de Raphanus sativus (rabanito) en el distrito de Lamas, región San Martín* [Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2726/TS\\_REMM\\_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2726/TS_REMM_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez, J; Guirado, E y Maestre, F. (2021). Desertificación: nuevos enfoques para un viejo problema. *Revista científica de ecología y medio ambiente*, 30(3), 1-4. [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/120619/1/Martinez-Valderrama\\_etal\\_2021\\_Ecosistemas.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/120619/1/Martinez-Valderrama_etal_2021_Ecosistemas.pdf)

MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). (2024). *Cajamarca: Productores de Namballe adoptan tecnologías para reducir suelos agrarios degradados*. <https://www.gob.pe/institucion/inia/noticias/933748-cajamarca-productores-de-namballe-adoptan-tecnologias-para-reducir-suelos-agrarios-degradados>

Montúfar, D. X. (2023). *Aprovechamiento de residuos orgánicos en el mejoramiento de la fertilidad del suelo en la finca Costa Rica, Santa Elena* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria Del Ecuador]. Repositorio institucional: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MONTUFAR%20MU%C3%91OZ%20ADONIS%20XAVIER.pdf>

Ramos Agüero, David, & Terry Alfonso, Elein. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. Recuperado en 01 de mayo de 2024, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=es).

Tafur, J y Moya, L. (2023). Análisis del uso y beneficios de los abonos orgánicos como una alternativa de mejoramiento para suelos afectados por la degradación en diferentes

zonas del mundo-Revisión bibliográfica. *Proceso gestión apoyo académico*, 6 (1), 1-11. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/5141/An%C3%a1lisis%20del%20uso%20y%20beneficios%20de%20los%20abonos%20org%C3%a1nicos%20como%20una%20alternativa%20de.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torán, A. (2022). *Uso de abono orgánico para mejorar el suelo limoso de la finca “La escondida” en el recinto SAME* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eeaab78c-cf45-4250-8f0d-b2c294a00715/content>

## ANEXOS

### ANEXO N 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cuál es el efecto de tres abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo del centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024?	Determinar el efecto de tres abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024.	Los abonos orgánicos mejoran significativamente las propiedades químicas del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024	<b>VI: Abonos orgánicos</b>	<b>Tipo de investigación</b>
			Bocashi	Experimental
			Compost	<b>Diseño experimental</b>
			Humus de lombriz	Diseño de bloques completos al azar
¿Qué efecto tienen los tres abonos orgánicos en el pH Materia orgánica, conductividad eléctrica, Fosforo disponible y Potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024?	Evaluar el efecto de tres abonos orgánicos en el pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, fosforo disponible y potasio disponible del suelo DEL Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024	Los abonos orgánicos mejoran significativamente el pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, fosforo disponible y potasio disponible del suelo del Centro Poblado el Tambo, Bambamarca, Cajamarca – 2024	<b>VII: Propiedades químicas del suelo</b>	<b>Población</b>
				240 metros de área de suelo
			pH del suelo	<b>Muestra</b>
			Materia orgánica (%)	16 m <sup>2</sup> por parcela
			Fósforo disponible (mg/kg)	<b>Método de análisis</b>
			Potasio disponible (mg/kg)	Prueba paramétrica del análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey
Conductividad eléctrica (mS/m)				

## ANEXO N 4. CALCULO DEL ABONO

### Datos iniciales:

- **Cantidad de abono aplicado:** 32 kilogramos (kg)
- **Área aplicada:** 16 metros cuadrados (m<sup>2</sup>)
- **Conversión:** 1 hectárea (ha) = 10,000 metros cuadrados

### Paso 1: Determinar la cantidad de abono por metro cuadrado

$$\text{Abono por metro cuadrado} = 32 \text{ kg} / 16 \text{ m}^2 = 2 \text{ kg} / 16 \text{ m}^2$$

### Paso 2: Determinar la cantidad de abono en 1 hectárea (10 000 m<sup>2</sup>)

$$\text{Abono por hectárea} = 2 \text{ kg/m}^2 \times 10\,000 \text{ m}^2 = 20\,000 \text{ kg}$$

### Paso 3: Convertir kilogramos a toneladas

$$1 \text{ tonelada} = 1\,000 \text{ kg} \longrightarrow \text{Abono por hectárea} = 20\,000 \text{ kg} / 1\,000 = 20 \text{ tonelada/ha}$$

### Resultado final:


**20 toneladas por hectárea.**

## ANEXO 5: PANEL FOTOGRAFICO DE LA INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO






**ANEXO 6: ANALISIS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES**



**INIA**  
Instituto Nacional de Innovación Agraria

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200**



**INACAL**  
DA - Perú  
Instituto de Acreditación


---

**INFORME DE ENSAYO**  
N° 111192-24 / SU / LABSAF - BAÑOS DEL INCA

---

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

Cliente	: CESAR GENARO RUDAS GALLARDO
Propietario / Productor	: CESAR GENARO RUDAS GALLARDO
Dirección del cliente	: JR. TARAPACA N° 417-CAJAMARCA
Solicitado por	: CLIENTE
Muestreado por	: CLIENTE
Número de muestra(s)	: 9
Producto declarado	: Suelo
Presentación de las muestras(s)	: BOLSA DE PLÁSTICO
Referencia del muestreo	: RESERVADO POR EL CLIENTE
Procedencia de muestra(s)	: BAMBAMARCA-HUALGAYOC-CAJAMARCA
Fecha(s) de muestreo	: 2024-10-20 (***)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-10-21
Lugar de ensayo	: LABSAF BAÑOS DEL INCA
Fecha(s) de análisis	: Del 2024-10-22 al 2024-11-15
Calificación del servicio	: 499-24-BI
Fecha de emisión	: 2024-11-18



Firmado digitalmente por:  
CABRERA HOYOS Hector  
Antonio FAU 20131305994 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 18/11/2024 12:34:41-0500


---

**II. RESULTADO DE ANÁLISIS**


ITEM	1	2	3	4	5	6
<b>Código de Laboratorio</b>	SU3045-BI-24	SU3046-BI-24	SU3047-BI-24	SU3048-BI-24	SU3049-BI-24	SU3050-BI-24
<b>Matriz Analizada</b>	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
<b>Fecha de Muestreo</b>	2024-10-20	2024-10-20	2024-10-20	2024-10-20	2024-10-20	2024-10-20
<b>Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)</b>	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
<b>Condición de la muestra</b>	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
<b>Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)</b>	BI-T2	BI-T3	BI-T4	BII-T2	BII-T3	BII-T4
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	unid. pH	0,10	5,3	5,8	5,3	5,7
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	< LC	< LC	< LC	1,1
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	< LC	< LC	< LC	< LC
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,50	--	--	--	--
Materia Organica	%	0,10	6,8	5,6	7,3	6,1
Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	312,0	287,0	303,6	310,4
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	16,1	8,2	30,8	11,4
Potasio disponible (*)	mg/kg	0,50	330,9	245,7	470,5	304,9
						280,9
						477,6

ITEM	7	8	9			
<b>Código de Laboratorio</b>	SU3051-BI-24	SU3052-BI-24	SU3053-BI-24	-	-	-
<b>Matriz Analizada</b>	Suelo	Suelo	Suelo	-	-	-
<b>Fecha de Muestreo</b>	2024-10-20	2024-10-20	2024-10-20	-	-	-
<b>Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)</b>	15:00	15:00	15:00	-	-	-
<b>Condición de la muestra</b>	Conservada	Conservada	Conservada	-	-	-
<b>Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)</b>	BIII-T2	BIII-T3	BIII-T4	-	-	-
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	unid. pH	0,10	5,4	5,3	5,9	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	< LC	< LC	< LC	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	< LC	< LC	< LC	-
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,50	--	--	--	-
Materia Organica	%	0,10	6,8	7,1	6,6	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	234,4	282,1	260,8	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	11,8	26,3	40,7	-
Potasio disponible (*)	mg/kg	0,50	195,9	254,4	277,9	-



Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



**LABSAF**

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
LABSAF (Nombre)  
Dirección: (Dirección del laboratorio)  
Email: (correo de contacto del laboratorio)

F-46 / Ver.05  
www.inia.gob.pe

Página 1 de 4