



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Aprovechamiento de los residuos de café mediante lombricompost y bocashi para incrementar el rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus*).

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Manchay Calvay, Lili Yovani (orcid.org/0000-0002-1435-3304)

Meza Santillan, Heidi (orcid.org/0000-0002-3152-4603)

ASESOR:

Dr. Ponce Ayala, José Elías (orcid.org/0000-0002-0190-3143)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

En primer lugar, dedicamos a Dios por habernos dado la salud, su bondad y amor para poder realizar nuestros objetivos, también a nuestros padres Laureano Manchay y Dora Calvay; Ramiro Meza y Mercedes Santillan por brindarnos su apoyo constante y al mismo tiempo por los ejemplos de perseverancia que nos transmitieron durante nuestra formación.

A nuestros hermanos por su presencia en los mejores y malos momentos de nuestra carrera profesional y por todos sus consejos, comprensión y apoyo moral.

Lili Yovani y Heidi

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a nuestra casa de estudios, la Universidad César Vallejo, que nos permitió tener una hermosa experiencia, gracias a cada docente que ha sido parte de nuestra formación como personas y profesionales.

Nuestro agradecimiento también se encuentra dirigido a Ingeniero José Ponce Ayala por compartir sus conocimientos de su carrera profesional y transmitirlos en las asesorías que fueron necesarias para mejorar en cada momento, además por su paciencia y el ánimo que nos incentivó a seguir con firmeza para culminar con éxito nuestra investigación.

Lili Yovani y Heidi

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PONCE AYALA JOSE ELIAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Aprovechamiento de los residuos de café mediante lombricompost y bocashi para incrementar el rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus*).", cuyos autores son MANCHAY CALVAY LILI YOVANI, MEZA SANTILLAN HEIDI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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.

CHICLAYO, 21 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PONCE AYALA JOSE ELIAS DNI: 16491942 ORCID: 0000-0002-0190-3143	Firmado electrónicamente por: PAYALAJE el 22-08- 2023 08:15:57

Código documento Trilce: TRI - 0546816



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LAS AUTORAS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MANCHAY CALVAY LILI YOVANI, MEZA SANTILLAN HEIDI estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aprovechamiento de los residuos de café mediante lombricompost y bocashi para incrementar el rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus*).", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
HEIDI MEZA SANTILLAN DNI: 75679722 ORCID: 0000-0002-3152-4603	Firmado electrónicamente por: MEZSANTIL el 21-06- 2023 16:19:58
LILI YOVANI MANCHAY CALVAY DNI: 47921880 ORCID: 0000-0002-1435-3304	Firmado electrónicamente por: MANCHLILI el 21-06- 2023 16:40:05

Código documento Trilce: TRI - 0546814

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LAS AUTORAS.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos.	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	38
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. <i>La taxonomía del café.</i>	7
Tabla 02. <i>Composición química de la pulpa de café.</i>	8
Tabla 03. <i>La taxonomía del rabanito.</i>	10
Tabla 04. <i>Tratamientos de estudio.</i>	11
Tabla 05. <i>Análisis fisicoquímicos del suelo.</i>	20
Tabla 06. <i>Análisis fisicoquímicos de lombricompost.</i>	21
Tabla 07. <i>Análisis fisicoquímicos del bocashi.</i>	22
Tabla 08. <i>Análisis fisicoquímicos del suelo más lombricompost.</i>	23
Tabla 09. <i>Análisis fisicoquímicos del suelo más bocashi.</i>	23
Tabla 10. <i>Valores de las características fisicoquímicas de las muestras en estudio.</i>	24
Tabla 11. <i>Rendimiento total del cultivo de rabanito.</i>	29

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01.</i> Fases para el desarrollo de lombricompost y bocashi.....	14
<i>Figura 02.</i> Resultados del pH antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.....	24
<i>Figura 03.</i> Resultados de la conductividad eléctrica antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.	25
<i>Figura 04.</i> Resultados de la materia orgánica antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.	26
<i>Figura 05.</i> Resultados de fósforo antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.	26
<i>Figura 06.</i> Resultados de potasio antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.	27
<i>Figura 07.</i> Resultados de carbonato de calcio antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.	28
<i>Figura 08.</i> Peso total de la planta (g/m ²)	29
<i>Figura 09.</i> Peso del fruto (g/m ²)	30
<i>Figura 10.</i> Peso de la hoja (g/m ²).....	31
<i>Figura 11.</i> Longitud total de la planta (cm)	32
<i>Figura 12.</i> Altura de la hoja (cm)	33
<i>Figura 13.</i> Longitud de la raíz (cm).....	34
<i>Figura 14.</i> Longitud del fruto (cm)	35

RESUMEN

El aprovechamiento de los residuos de café mediante lombricompost y bocashi ayuda a minimizar el uso excesivo de fertilizantes químicos por sus diversas consecuencias negativas en el medio ambiente suelo y agua. El objetivo es describir el aprovechamiento de los residuos orgánicos de café mediante lombricompost y bocashi para incrementar el rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus*). Se utilizó un diseño experimental que evaluó la eficiencia de los abonos orgánicos en el cultivo de rabanito aplicando técnicas de la estadística descriptiva, con 5 tratamientos y 3 repeticiones, el área del estudio fue de 5 metros de largo y 3 metros de ancho dividido en 15 parcelas de 0.60 m² de área. Las variables fueron: Rendimiento mediante el peso total del fruto, altura de hoja, longitud de raíz, longitud del fruto, peso de hojas de plantas en general. Las dosis utilizadas fueron 1,5 kg/m² de lombricompost y bocashi y 2,5 kg/m² de lombricompost y bocashi por parcela ambas de formas separadas.

Los resultados mostraron que la fertilización con lombricompost fue la que presentó mayor rendimiento, con tratamiento 1 en dosis de 1, 50 kg/m², en cosecha de 31 días, presentando diferencia significativa a comparación de los demás tratamientos.

Palabras clave: Residuos orgánicos, lombricompost, bocashi y rabanito.

ABSTRACT

The use of coffee residues through vermicompost and bocashi helps to minimize the excessive use of chemical fertilizers due to their various negative consequences on the environment, soil and water. The objective is to describe the use of organic coffee residues through vermicompost and bocashi to increase the yield of radish (*Raphanus sativus*). An experimental design was used that evaluated the efficiency of organic fertilizers in the radish crop applying descriptive statistics techniques, with 5 treatments and 3 repetitions, the study area was 5 meters long and 3 meters wide divided into 15 plots with an area of 0.60 m². The variables were: Yield through the total weight of the fruit, leaf height, root length, fruit length, weight of leaves of plants in general. The doses used were 1.5 kg/m² of vermicompost and bocashi and 2.5 kg/m² of vermicompost and bocashi per plot, both in separate ways.

The results showed that fertilization with vermicompost was the one that presented the highest yield, with treatment 1 at a dose of 1.50 kg/m², in a 31-day harvest, presenting a significant difference compared to the other treatments.

Keywords: Organic waste, vermicompost, bocashi and radish.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café (*Coffea arabica L.*) es muy importante en la agricultura debido a que ofrece buenos ingresos económicos a los agricultores y es el segundo producto después del petróleo en ser comercializado, además es el más importante en el mundo con un consumo per cápita de 4,5 kilos por año por persona a nivel mundial (Bimantara et al., 2021). Es un cultivo que mueve una gran industria en todo el mundo, y día a día se destinan más áreas para la siembra de diversas variedades (Espinoza et al., 2021). Sin embargo, este cultivo como tantos otros cultivos industrializados generan residuos en su producción que pueden convertirse en un problema cuando no son apropiadamente gestionados (Cortés et al., 2020).

El procesamiento del café genera gran cantidad de residuos orgánicos, en un aproximado de 2.30 millones de toneladas al año. Residuos industrializados como el pergamino o la cascarilla, la pulpa fresca y el mucílago, por lo que es preciso el uso de estrategias para aprovechar dichos residuos en el contexto de una economía circular y agricultura sostenible. Desde fructosa hasta celulosa y hemicelulosa que son un gran problema ambiental. Estos residuos pueden ser empleados mediante procesos para la elaboración de abonos orgánicos (Jiménez et al., 2019; Castro y Botello, 2021).

El aprovechamiento de los residuos de café implica la transformación de estos residuos por medios diversos de fermentación sólida, líquida, aeróbica y anaeróbica que permitan la obtención de subproductos o de otros productos con fines determinados en este caso de fertilización, además del uso de la materia orgánica y la de insumos orgánicos biológicos productos de estas transformaciones logran que la tierra mejore su salud además de contribuir al aprovechamiento y disminución de estos residuos, los métodos de aprovechamiento de residuos son diversos entre estos métodos podemos mencionar a la lombricompost y el bocashi (Hernandez y Cruz, 2020).

El aprovechamiento de los residuos de café mediante lombricompost es usual, porque implica tomar los residuos y compostarlos en pilas mediante la adición de guano para mantener una relación de carbono y nitrógeno positiva superior a 15 % que permita la conversión de estos residuos rápidamente con material fertilizante

de baja ley pero que enriquece el terreno con microorganismos y carbono orgánico (Rueda y Castillo, 2018).

El aprovechamiento de los residuos de café mediante bocashi también constituye una alternativa interesante que se ha venido estudiando debido a que es una forma de compostaje acelerado, que se originó en Japón, que busca disminuir el tiempo en que estos residuos son transformados. Por lo tanto, es una técnica también importante para aprovechar los residuos de café, tomando en cuenta que el procesamiento deja aguamiel y pulpas que pueden ayudar en la fermentación y que contienen organismos propios del café. Entonces como se aprecia el aprovechamiento de residuos es variado, así como las técnicas, pero son dos de las que se revisan debido a su eficiencia para tratar los residuos de café (Mentevil et al., 2019).

El aprovechamiento de los residuos en los cultivos incrementa la fertilidad del suelo y almacenan sustancias orgánicas mediante la fijación de carbono, lo que podría ser útil si se devuelven estos nutrientes al cultivo de café. Sin embargo, su aplicación en cultivos de un menor tiempo de producción es una solución también eficiente debido al menor tiempo de retorno del recurso. Entre este cultivo en los cuales se pueden aprovechar estos residuos que puedan complementar la cadena productiva, que sea un cultivo que también sirva para utilizar un mantenimiento de los agricultores dentro de todo el ciclo productivo de una finca de café puede ser el rabanito (Morán et al., 2016).

El cultivo de rabanito es una fuente de ingreso rápida, también es un cultivo que demanda de fertilizante, es así entonces que se plantea emplear estos residuos aprovechados y transformados para el cultivo de rabanito que también se ha visto asociado a los productores de café. Respecto a la lombricompost en el cultivo de rabanito existe evidencia de que funciona, lo que permite disminuir el uso de biofertilizante sintéticos que mejoran la salud del suelo y que en el rabanito aumenta en el crecimiento y rendimiento (Pedraza y Hernández, 2019).

En el ámbito teórico, la presente investigación se justifica porque presenta ideas, conocimientos y crear métodos sobre el aprovechamiento de residuos de café mediante lombricompost y bocashi en el incremento del rabanito para minimizar los

residuos y al mismo tiempo obtener una buena producción. En el ámbito económico de esta investigación se requiere de bajos recursos ya que el abono orgánico es fácil de elaborar, incluso se puede emplear para distintos cultivos, siendo una vía accesible a seguir, asimismo en la parte social es una estrategia a seguir para ser aplicada en diferentes ámbitos de estudio con problemáticas similares. A nivel ambiental la investigación es de importancia porque con los resultados de la misma, sirve para un precedente de estudios sobre biofertilizantes ya que los estudios ambientales en residuos de café son mínimos en el país y las autoridades ambientales numerosas veces parecen no tomar en cuenta estas fuentes de abono por su complejidad y procedencia.

Por lo tanto, la investigación plantea el siguiente problema ¿Cómo será el aprovechamiento de los residuos de café mediante lombricompost y bocashi para incrementar el rendimiento del rabanito ? siendo su objetivo general Determinar el aprovechamiento de los residuos de café mediante la elaboración de lombricompost y bocashi para incrementar el rendimiento del rabanito: los objetivos específicos son (i) Recolectar los residuos de café para la elaboración de abonos (ii) Elaborar lombricompost a partir de los residuos de café (iii) Elaborar el bocashi a partir de los residuos de café (iv) Analizar los nutrientes físicos y químicos en el suelo antes de la aplicación de los abonos de lombricompost y bocashi (v) Caracterizar los nutrientes físicos y químicos de los abonos orgánicos elaborados con residuos de café (vi) Analizar los nutrientes físicos y químicos en el suelo después de la aplicación de los abonos obtenidos a partir de los residuos de café (vii) Comparar el rendimiento de la producción del rabanito de las parcelas donde se aplicó diferentes dosis de lombricompost y bocashi elaborados con los residuos de café.

Teniendo como hipótesis que “Si se aplica lombricompost y bocashi al cultivo de rabanito se obtendrá un incremento en su rendimiento”.

II. MARCO TEÓRICO

Para una mejor comprensión del problema y su posible solución se revisó la bibliografía científica pertinente, en la que destacan los siguientes antecedentes:

Vargas et al. (2020), en su investigación evaluaron la capacidad de los actinomicetos para degradar la pulpa de café y evaluar el efecto del compost para el crecimiento de la planta de Chile. En los resultados mostraron que 7 actinomicetos aislados fueron capaces de hidrolizar la pulpa de café con un índice hidrolítico de 1,7-3,81. El tratamiento del compost de pulpa de café con la adición de un iniciador de actinomicetos celulíticos (P2) al final del período de incubación de tres semanas mostró la mayor cantidad de N orgánico (25 mg/kg), P (7,05 mg/kg), y K (34 mg/kg). El efecto de dar compost hacia el crecimiento de la planta muestra que el compost combinado con zeolita 5% (p/p) aumentó la altura en 37.6% y el compost combinado con actinomicetos celulíticos 5% (v/w) incrementó el número de hojas en un 96% y la biomasa vegetal en un 25%. Ellos utilizaron los residuos de café como fertilizante biológico ya que tiene un potencial de aumentar el crecimiento de las plantas.

González et al. (2020), produjeron vermicompost a partir de cáscaras de café y estiércol de caballo utilizando lombrices de tierra (Lumbricidae) y compararon con fertilizante químico para aumentar la producción de plantas de espinaca. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con siete tratamientos y seis repeticiones, ocupando un área total de 580 m². Los tratamientos evaluados fueron: T1 (5 t/ha lombricompost), T2 (10 t/ha lombricompost), T3 (15 t/ha lombricompost), T4 (20 t/ha lombricompost), T5 (25 t/ha lombricompost), T6 (30 t/ha lombricompost) y T7 (7 t/ha abono orgánico comercial). Los rendimientos más altos de cosecha se presentaron en el tratamiento T7 (17362, 50 kg/ha) y el tratamiento T6 (12496,25 kg/ha). Lo que recomiendan utilizar este tipo de abono en los cultivos.

Así mismo Getachev. (2017), evaluó la capacidad de fertilización con bocashi a base de pulpa de café y urea sobre el rendimiento del maíz. Para ello, utilizaron el diseño tipo bloques al azar para evaluar peso de grano por planta, longitud y diámetro por parcela. La dosis aplicada por planta fue de 50 g y 60 g. Como resultado obtuvieron que la fertilización con bocashi es eficiente, ya que a una dosis

de 60 g por planta se produjo 262,80 g y por área muestral se produce 3.587,4 kg/ha de granos, mostrando un excelente resultado en la productividad del maíz.

Del mismo modo, Adnan et al. (2021), utilizaron residuos de café y estiércol de vaca para producir vermicompost. Las dosis aplicadas son (3.52, 5.67, 8, 9.92, 12.30 kg/ha) en el rendimiento de trigo. Utilizaron el diseño experimental (DBCA). En donde lograron 64,50 kg/ha de rendimiento de trigo al aplicar el fertilizante orgánico. Además, señalaron que con la adición de vermicompost se obtuvo un mayor incremento del cultivo y, según el análisis económico, mostraron una respuesta positiva en todos los tratamientos.

Dzung et al. (2016), evaluaron la eficacia del bocashi del pergamino de café y urea sobre el crecimiento y el rendimiento del maíz. Aplicaron tres tratamientos, bocashi (T1), Urea (T2) y bocashi + urea (T3). En sus resultados resaltan la diferencia de los tratamientos mencionados, ya que la altura para el tratamiento bocashi es de 239,2 centímetros y el diámetro del tallo es 14676 mm, mientras que para el tratamiento bocashi más urea se encuentra alrededor de 12,01 centímetros incluyendo 11 hojas en cada planta. En el cual el rendimiento del tratamiento de bocashi fue superior a 5344,47 kg/ha y con el tratamiento mixto se logró 4900,65 kg/ha. Finalmente, concluyeron que existe un efecto estadísticamente satisfactorio del uso de fertilizantes Bocashi (T1) y Bocashi + Urea (T3).

Según Abreu et al. (2015), los efectos de aplicar cantidades variables de materia orgánica de la cáscara del café y en combinación con estiércol de ganado mejoran el cultivo de sorgo, lo que aumenta el carbono orgánico del suelo, el carbono y la biomasa microbiana (CBM), la cantidad de N, P y K de las hojas. Por tanto, concluyeron que la aplicación de vermicompost al suelo aumenta la pureza del carbono orgánico, con un mayor efecto a un menor costo.

Kasutjaningati et al. (2021), hicieron vermicompost a partir de pulpa de café, pergamino, agua y miel para optimizar la producción de pak choy. Emplearon un diseño DBA con análisis de grupo 4x3x3x2 con tres repeticiones. La dosis de aplicación fue de 120 y 140 kg/ha. Cada unidad experimental estuvo constituida por 7m² y entre ellos 72 plantas. Concluyeron que la dosis de aplicación para la variedad Pak Choy fue de 140 kg/ha eficiente en el rendimiento.

Sarmiento et al. (2019), determinaron el efecto de bocashi y microorganismos efectivos (EM) sobre el rendimiento del cultivo de fresa. Los tratamientos evaluados fueron 3 niveles de bocashi: 2, 4 y 6 t·ha⁻¹ y 2 niveles de EM: 1 y 2 l·t de bocashi⁻¹ al combinar generó 8 tratamientos con 4 repeticiones cada uno; utilizaron el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 4x3. La aplicación de los tratamientos se realizó antes del trasplante de la planta (50% de la dosis total) ya los 41 días del trasplante (50% de la dosis total) de forma localizada. Los resultados mencionan que el rendimiento mayor total de frutos de fresa fue de 6.842 t·ha⁻¹ producto de la interacción entre 6 t de bocashi·ha⁻¹ y 1 l de EM·t de bocashi⁻¹; finalmente la mejor clasificación de frutos según su calibre: 30% categoría A (2.093 t·ha⁻¹), 35% categoría B (2.420 t·ha⁻¹), 25% categoría C (1.746 t·ha⁻¹), 6% categoría D (0,517 t·ha⁻¹) y 4% categoría E (0,286 t·ha⁻¹).

Según Dadi et al. (2019), evaluaron la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos sobre la producción del maíz. Aplicaron un diseño DBCA 2x4 de tratamientos y fertilizantes orgánicos (vermicompost, bocashi y compost), a una dosis de 6 t ha. El porcentaje fue 1,4 veces mayor con Bocashi que sin fertilizante. En donde concluyeron que el rendimiento de grano con fertilización orgánica con lombriz estuvo entre 2.152 y 3.616 kg ha⁻¹.

Según Díaz et al. (2010), produjeron vermicompost a partir de cascarilla de café junto con estiércol de vaca y fertilizantes químicos. El experimento fue unifactorial con tres parcelas por tratamiento, cada parcela contó con 72 m² formada por 8 surcos con una superficie de 34 m². Se utilizaron dos tratamientos: fertilizante químico al 38% con fórmula completa y fertilizante tipo vermicompost. La variable evaluada fue la producción, siendo los frutos por planta. De acuerdo con los resultados que obtuvieron la variable de rendimiento produjo diferencias significativas en el número de ramas por planta, peso de granos por rama y peso de cada planta, así como el tratamiento químico presentó productividad del grano de 8.010,3 kg ha⁻¹, mientras que en el tratamiento orgánico de 7.210,1 kg ha⁻¹.

Según Cavalier et al. (2019), utilizaron residuos de café y otros residuos como cáscaras de huevo, hojas y estiércol de pollo para reemplazar el contenido de nitrógeno y carbono de la tasa de fertilización recomendada para cebollas.

Descubrieron que todos los tratamientos de reemplazo de C y N con 28% de compost fueron significativamente superiores al control en términos de acumulación de materia seca, contenido de carbohidratos y rendimiento de cabezas. Concluyeron que el vermicompost que usa residuos orgánicos se puede usar para reducir el uso de fertilizantes químicos. Esto promueve una producción sostenible de la cebolla y ecoamigable con el medio ambiente.

Para comprender mejor el problema de investigación se pasaron a describir los conceptos teóricos asociados a las variables de investigación, las que se detallan a continuación:

Con respecto al cultivo café, exactamente no se puede precisar su lugar de origen, pero sí se puede decir que es una bebida muy consumida actualmente (Díaz et al., 2017) además de ser consumida, es aprovechada en todos sus componentes y en distintas áreas, en gran parte es de uso esencial en el consumo de los seres humanos. Además, se conoce que de acuerdo con su calidad aromática en nuestro Perú se produce el café orgánico más caro. Con respecto al lavado se hace específicamente cuando esté fermentado de forma natural, además se considera que al momento de lavarlo también se separa, esta práctica se hace con el fin de apartar el mucílago fermentado de los granos, examinando aspectos fundamentales para asegurar la cantidad y la calidad (Jiménez et al., 2019).

Tabla 01. *La taxonomía del café.*

Clasificación botánica	
Género	Coffea
Especie	<i>C. arábica L</i>
Reino	Vegetal
Orden	Rubiales
Subreino	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Familia	Rubiácea

Fuente: Elaboración propia.

Los subproductos de los residuos de café son generados durante el proceso para la obtención del grano, entre ellos tenemos: la pulpa fresca, el pergamino y agua miel, asimismo estos residuos orgánicos contienen, potasio nitrógeno y fósforo que cooperan el desarrollo y el crecimiento de los cultivos (Vargas et al., 2021).

Mucílago. También llamada agua y miel, este permanece expuesto después de despulpar los granos cafés (Vargas et al., 2021). Este subproducto es un coloide con gran capacidad para almacenar cantidades de agua según las condiciones climáticas del cultivo y la época de cosecha (Espinoza et al., 2022). Representa alrededor del 12-15% del peso fresco del grano en base húmeda (Restrepo et al., 2020). También está formado por azúcares, péptidos y celulosa, es decir, sustancias y otro tipo de componentes que se transforman en materia prima para la elaboración de bebidas funcionales (Vargas et al., 2021).

Pergamino. Es otro de los subproductos de los granos del café que se producen luego del despulpado. El pergamino tiene un total de 12% de humedad en relación con el café en base seca, según lo señala (Jiménez et al., 2019). Esto crea una alta fuente de proteínas, celulosa, hemicelulosa, azúcares, pentosanós y cenizas (Vargas et al., 2020).

Pulpa fresca. La pulpa fresca o procesada se usa de distintas formas, una de las cuales para elaborar abono. El pilado de café presenta un 45% del total del fruto en residuo y es foco de contaminación de fuentes de agua en las zonas cafetaleras, debido al mal uso de los productores. Según (Vargas et al, 2021) indican que 200 libras de pulpa seca equivalen a 20 libras de fertilizante inorgánico de N-P-K en las proporciones de 15-4-38 en base a su composición química.

Tabla 02. *Composición química de la pulpa de café.*

Componente	Porcentaje
Fósforo	0.0002
Potasio	0.62
Ca, Mg, S, Fe, Mn, B	(Trazas)
Nitrógeno	0.29
Agua	82

Fuente: Elaboración propia.

Además, contiene fibra cruda y algunas propiedades como su potencial calórico que conducen a su uso como combustible y puede ser utilizado para hornos y máquinas en la etapa de secado del café (Fatmawati et al., 2022).

El lombricompost. También conocido como vermicompost, se deriva del proceso de conversión de materia orgánica por parte de las lombrices, es un fertilizante que agrega nutrientes, aumenta la disponibilidad de las plantas, mejora la estructura del suelo, promueve el crecimiento de las plantas y previene enfermedades. Se caracteriza por presentar altos niveles en nitrógeno, potasio, fósforo y magnesio. *Eisenia foetida* es la lombriz que más se utiliza, conocida comercialmente como lombriz roja Californiana (Khalil et al., 2022).

El bocashi. Es un fertilizante que mejora el suelo y aumenta un rango de diversidad microbiana, corrige condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo ya que contiene nutrientes esenciales entre ellos: nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, magnesio y zinc para el desarrollo de la planta. Se identifica mediante el uso de microorganismos de montaña que ayudan a descomponer la materia orgánica, aumentan la disponibilidad de nutrientes de la corteza terrestre y promueven el proceso de follaje, floración y fructificación (Bocoli et al., 2020).

Etapas del proceso del bocashi: En las etapas para la fermentación del bocashi es la estabilización, teniendo como temperatura de 65 °C a 70 °C si no es controlado correctamente. Luego la temperatura desciende, debido a la disminución de la fuente energética que retroalimenta las etapas. Al comenzar la estabilización del abono solo resaltan los ingredientes que tienen mayor complejidad para descomponerse en un corto plazo, es allí, donde el abono ingresa a una segunda etapa, que es la de maduración aquí se degradan los materiales orgánicos que están presentes, siendo más pausada, para su posterior estado perfecto para su rápida aplicación (Bocoli et al., 2020).

El cultivo de rabanito, demanda de tiempo, concentración y dedicación, además de cuidados necesarios para asegurar que la planta crezca sin impedimento y muestre un mejor rendimiento. El cultivo de rabanito desde el tiempo de la plantación hasta la aparición de los primeros brotes pasa un tiempo de tres a cuatro días (Roberts, 2019).

Tabla 03. *La taxonomía del rabanito.*

Clasificación botánica	
Género	Raphanus
Especie	<i>Raphanus sativus</i>
Reino	Plantae
Orden	Brassicales
Subreino	Tranqueobionta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Brassicaceae

Fuente: Elaboración propia.

Partes de una planta de rabanito: La raíz: es gruesa y carnosa, su color y forma cambian dependiendo al tipo de rabanito. Tiene la pulpa firme y jugosa con un sabor ligeramente picante y es de color blanca, según la variedad el color puede ser más rosado (Roberts, 2019).

El tallo: es pequeño y posee una roseta de hojas antes de la floración y durante la floración la planta se alarga midiendo hasta 1 m. La base del tallo se va uniendo con la raíz, lo que produce el tubérculo globoso que es el rabanito (Roberts, 2019).

Las hojas: son grandes y ásperas, se dividen en lóbulos y sus bordes son dentados, miden hasta 30 cm (Roberts, 2019).

Las flores: pueden ser de color blanco, rosado-lila o amarillo, crecen con una forma ascendente en racimos grandes y abiertos de 10 flores, el rabanito florece todo el año (Roberts, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es aplicada, con un enfoque cuantitativo, porque resuelve problemas prácticos, como es el caso del aprovechamiento de residuos de café provenientes de una fuente de caficultura. (Hernandez, 2014).

El diseño de investigación es experimental ya que se evaluó la eficiencia de los abonos orgánicos a base de los residuos de café en el rendimiento del cultivo de rabanito. El área de estudio fue de 15 m² con 5 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 15 unidades experimentales de 0,60 cm².

Asimismo, para la interpretación de los datos se aplicaron las técnicas de la estadística descriptiva

Tabla 04. *Tratamientos de estudio.*

Tratamiento	Descripción
T0	Sin abono
T1	Lombricompost a la dosis de 1,5 kg por m ² .
T2	Lombricompost a la dosis de 2,5 kg por m ² .
T3	Bocashi a la dosis de 1,5 kg por m ² .
T4	Bocashi a la dosis de 2,5 kg m ² .

Fuente: Elaboración propia

3.2. Variables y operacionalización

Según Álvarez (2020) conceptualiza que el cuadro de operacionalización es un proceso metodológico donde se realiza una serie de técnicas, indicadores, dimensiones y escalas de mediciones para ser ejecutada por la variable definida.

3.2.1. Variable independiente: Rendimiento del cultivo de rabanito.

Definición conceptual. Es la variable independiente la que determina el valor de la variable dependiente (Solano et al., 2021).

Definición operacional. Esta es la causa sospechada de la variable dependiente; Por lo tanto, las opciones se implementan al comienzo de la fase de investigación. (Solano et al., 2021).

3.2.2. Variable dependiente: Dosis lombricompost y bocashi.

Definición conceptual. Es el factor donde el investigador observa para establecer el efecto de la variable independiente o variable causa (Valdez y Sangama, 2017).

Definición operacional. Es la que tiene mayor relevancia, representando el resultado que se asimila al explicar o estimar en el estudio (Valdez y Sangama, 2017).

La matriz de operacionalización se muestra en el anexo N°01.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población

La población está compuesta por todos los residuos de café de las fincas del distrito de Aramango-Bagua.

La población es el conjunto de personas, cosas o partes que tienen características similares visto en un lugar y tiempo determinado. Según (Arias, Villasis y Miranda, 2017).

3.3.2. Muestra

Está constituida por 200 kg de residuos de café de las fincas del distrito de Aramango - Bagua.

En este sentido la muestra es el subconjunto de la población, por ello debe ser proporcional respecto al tamaño de la población. (Otzen y Manterola, 2017).

3.3.3. Muestreo

Se utilizó el método no probabilístico por conveniencia ya que las muestras fueron seleccionadas teniendo la accesibilidad y proximidad que ofrecen para los investigadores.

Asimismo, el muestreo es el proceso de extracción de la muestra, que consiste en identificar la población que estará en el estudio. Según (Arias, 2018).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Observación, se utilizó esta técnica debido a que algunos datos fueron obtenidos directamente del fenómeno, ocurrido durante la producción y elaboración de lombricompost y bocashi y el periodo vegetativo del cultivo de rabanito, estos datos fueron anotados en una hoja de campo.

Respecto a los instrumentos, se empleó como instrumento de medida una balanza para el pesado de la biomasa fresca o seca, de igual forma para determinar: el peso total de la planta, peso del fruto y el peso de la hoja producido por tratamiento, se utilizó como instrumento la balanza y con respecto al crecimiento sobre la longitud de la planta, altura de la hoja, longitud de la raíz, y longitud del fruto se utilizó el metro.

3.5. Procedimientos

3.5.1 Flujograma de actividades

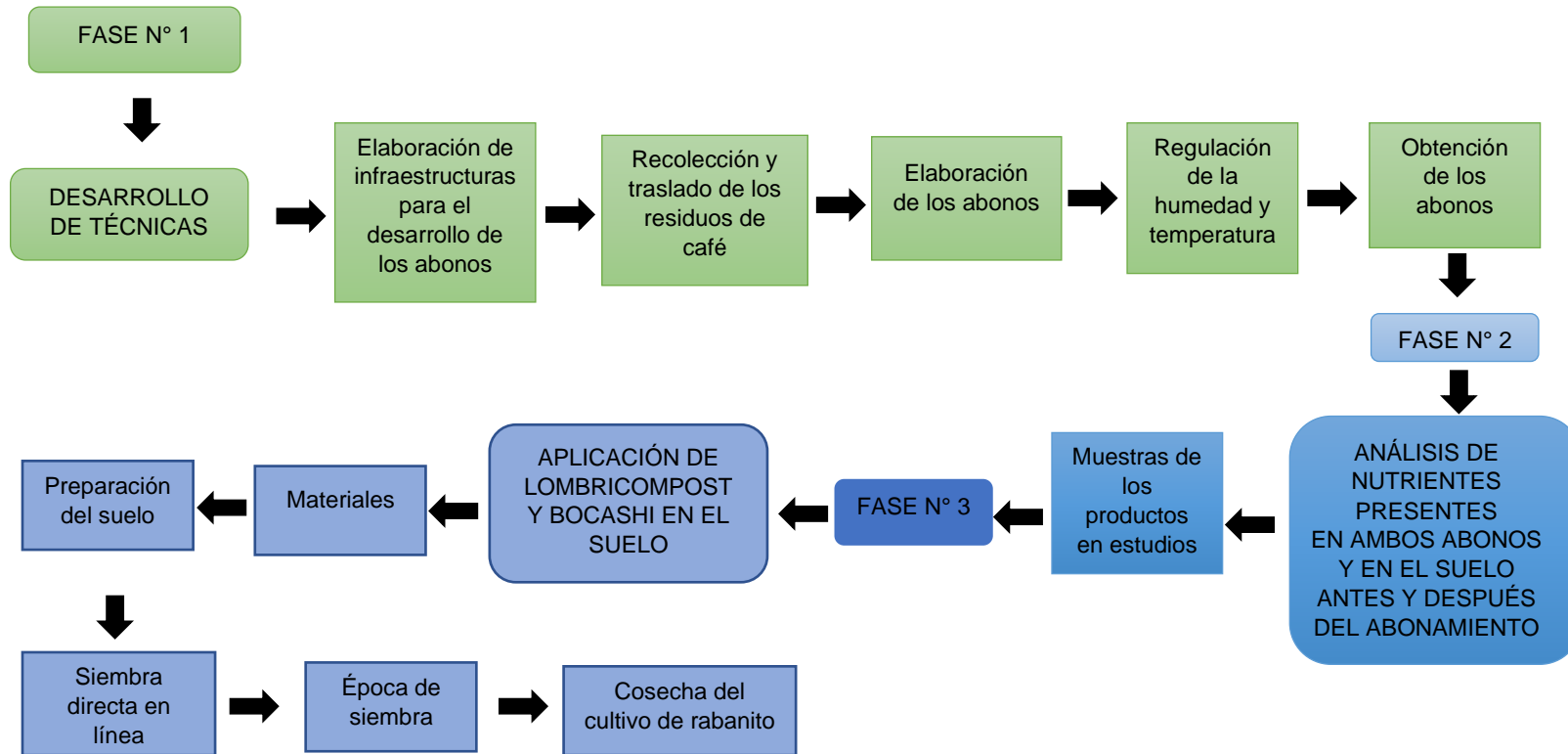


Figura 01. Fases para el desarrollo de lombricompost y bocashi.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. Descripción del procedimiento

FASE N° 1. Desarrollo de técnicas:

- Elaboración de infraestructuras para el desarrollo de los abonos:

Se construyó una infraestructura circular de un 1,20 m de altura y 1,50 m de diámetro para la lombricompost, utilizando hormigón, ladrillos y cemento para su construcción.

La base de la infraestructura circular se elaboró con materiales que puedan evitar la contaminación de plagas y además tiene una pendiente que evitará que se inunde durante el riego.

Se colocó un tubo de 2 pulgadas para que pueda drenar los lixiviados.

Para el bocashi se utilizó un área de 4 m de largo y 2 m de ancho con una superficie plana, utilizando hormigón, ladrillos y cemento.

Para proteger ambas infraestructuras se utilizó láminas de calamina de latón con la finalidad de evitar que el agua de la lluvia pueda dañar los materiales en estudio.

- Recolección y traslado de los residuos de café:

Se utilizaron costales – palana.

- Elaboración de los abonos:

Lombricompost: (Lombriz roja californiana)

Se preparó con aserrín y residuos de café precompostados seguido con la ayuda de una palana se realizó una mezcla homogénea dejando con una altura de 30 cm, posteriormente se colocaron las lombrices.

Se mantuvo en reposo durante una semana, seguido se comenzó la fase de movimiento. Los movimientos se llevaron a cabo cada 15 días para airear el proceso de descomposición de los residuos del café.

Bocashi: (Microorganismo de montaña)

Se preparó con aserrín y residuos de café precompostados seguido con la ayuda de una palana se realizó una mezcla homogénea dejando con una

altura de 30 cm, posteriormente se colocaron los microorganismos de montaña.

Se mantendrá en reposo durante una semana, luego comienza la fase de movimiento. Los movimientos se realizaron cada 15 días con el objetivo de airear el proceso de descomposición de los residuos de café.

La proporción de materiales secos será entre un 60% y húmedo entre 40% para regular la temperatura.

- Regulación de humedad y temperatura: en ambos abonos

En la actividad de transformación de los residuos de café se realizaron movimientos, el proceso se realiza en un período de 10 a 15 días.

Adicionalmente se le agrego cierta cantidad de agua para mantener la humedad y la temperatura, esta actividad se realiza cada 10 a 15 días

- Obtención de los abonos:

Para la recolección del abono de lombricompost, se colocó una capa de residuos de café en la otra mitad de la infraestructura circular lo que permitirá que las lombrices se muevan de un lado a otro debido a la falta de alimento durante semanas.

Para la recolección de abono de bocashi se esperó el proceso de transformación de los residuos orgánicos.

Los abonos fueron secados al aire libre y luego tamizados.

FASE N° 2. Análisis de nutrientes presentes en ambos abonos y en el suelo antes y después del abonamiento:

Después del proceso de secado de los abonos se tomó un kilo de cada uno y fueron llevados al laboratorio para sus respectivos análisis.

Las muestras del suelo en estudio fueron tomadas antes y después de la cosecha del cual se seleccionó 1 kg previamente homogenizada y empaquetadas en bolsas ziploc para sus respectivos análisis en el laboratorio de análisis de aguas y suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria vista florida.

FASE N° 3. Aplicación de lombricompost y bocashi en el suelo para el cultivo de rabanito:

- Materiales:

Machete - lampa - costales - cordel – wincha – semilla de rabanito

- Preparación del suelo

Se realizó la limpieza del área de cultivo, seguidamente fue el trazado, luego se agregó las dosis de lombricompost y de bocashi, seguido se mezcló el suelo del área de estudio con los abonos y se dejó reposar por 10 días antes de la siembra.

- Siembra directa en línea

Las líneas se marcaron con una cuerda atada a una estaca en cada extremo del área.

Se trazaron 5 surcos guiados por el cordel en una distancia de 20 cm en un área de 5 metros de largo y 3 metros de ancho.

Se colocó las semillas en el suelo con una profundidad de 1 cm a una distancia de 20 cm, luego se cubrió con una capa muy fina de tierra.

- Época de siembra

La siembra se realizó el día lunes 10 de abril del 2023.

- Cosecha del rabanito

La cosecha se realizó el día miércoles 10 de mayo del 2023 utilizando como instrumentos:

Cajas de cartón – palana de mano.

3.6. Método de análisis de datos.

Para simplificar los datos recolectados se utilizó estadística descriptiva, donde se utilizó el programa de Microsoft Excel 2020.

3.7. Aspectos éticos.

La investigación presentada se diseñó de acuerdo a las normas descritas por la escuela de ingeniería ambiental de acuerdo al código de ética de la Universidad César Vallejo, por tal motivo se consideró respetar los derechos de propiedad del autor haciéndole lustre la autonomía y la privacidad; puesto que sus conocimientos son facilitados como información precisamente citado y referenciado de acuerdo a la norma ISO 690, por otro lado durante el desarrollo, este proyecto será sometido al software Turnitin para su evaluación de autenticidad.

IV. RESULTADOS

La presente investigación se inició con la preparación del suelo y con la elaboración del lombricompost y bocashi, posteriormente se tomó muestras de cada uno de estos abonos los mismos que fueron llevados al laboratorio de análisis de aguas y suelos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Chiclayo.

4.1. Recolección de los residuos de café para la elaboración de los abonos

Se obtuvieron 200 kg de residuos de café entre ellos: pulpa fresca, mucilago y pergamino seguidamente se realizó el precompostado para la elaboración de los abonos orgánicos.

4.2. Elaboración del lombricompost a partir de los residuos de café.

Para la elaboración del lombricompost se construyó una infraestructura circular de 1,20 m de altura y 1,50 m de diámetro, utilizando hormigón, ladrillos y cemento para su construcción, posteriormente se colocaron los residuos de café precompostados de 100 kg, aserrín de madera con una textura fina de 50 kg de y 500 g de lombriz roja californiana para su transformación, en donde se obtuvo como resultado un total 20 kg de abono orgánico del cual se utilizó 12 kg que fue aplicado en el tratamiento (T1) con la dosis de 1.5 kg m² y en el tratamiento (T2) con la dosis de 2.5 kg m² ambos tratamientos con tres repeticiones.

4.3. Elaboración de bocashi a partir de los residuos de café.

Para la elaboración del bocashi se construyó una infraestructura de 4 m de largo y 2 m de ancho utilizando hormigón, ladrillos y cemento para su construcción, posteriormente se colocaron los residuos de café precompostados de 100 kg, aserrín de madera con una textura fina de 50 kg y 25 kg de microorganismos de montaña para su descomposición, en donde se obtuvo como resultado un total 18 kg de abono orgánico del cual se utilizó 12 kg que fue aplicado en el tratamiento (T3) con la dosis de 1.5 kg m² y en el tratamiento (T4) con la dosis de 2.5 kg m² ambos tratamientos con tres repeticiones.

4.4. Análisis de nutrientes físicos y químicos en el suelo antes de la aplicación de los abonos de lombricompost y bocashi.

Tabla 05. Análisis fisicoquímicos del suelo.

Propiedades	Unidades	Valores	Interpretación
Clase textual	-	-	Franco arenoso orgánico
pH	-	6,60	Moderadamente acida
Conductividad eléctrica	milimhos/cm	1,30	Bajo
M.O.	%	4,16	Alto
P disponible	ppm	5,70	Bajo
K disponible	ppm	117	Bajo
Carbonato de calcio	%	0,42	Bajo

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas y suelos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo.

Interpretación: Al analizar los parámetros físicos y químicos del suelo en la fase inicial del experimento se encontraron los siguientes valores: Un pH de reacción moderadamente ácido (6.60), con bajo nivel de sales solubles (1.30 milimhos/cm). La fertilidad natural del suelo presenta deficiencias de nutrientes de fósforo (5.70 ppm), calcio (0,42%), potasio (11,7 ppm) y con un valor alto de materia orgánica (4,16%). La textura es adecuada del tipo franco arenoso orgánico.

4.5. **Caracterizar los nutrientes físicos y químicos de los abonos orgánicos elaborados con residuos de café.**

Tabla 06. *Análisis fisicoquímicos de lombricompost.*

Propiedades	Valores
pH	9,80
CEC (milimhos/cm)	8,04
Materia orgánica (%)	26,45
Nitrógeno (%)	1,32
Fósforo (P ₂ O ₅) (%)	0,67
Potasio (K ₂ O) (%)	0,26
Calcio (CaO) (%)	2,27
Magnesio (MgO) (%)	0,78
Materia seca (%)	56,70
Humedad (%)	43,30
Cenizas (%)	6,75
Carbono (%)	15,34
Relación C/N (%)	11,62

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas y suelos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo.

Interpretación: En el análisis de la muestra del lombricompost indica que el pH es de reacción fuertemente alcalina (9.80) y con alto nivel de salinidad (8,04 (milimhos/cm)). En su composición química es aceptable los niveles de nitrógeno (1,32%), calcio (2,27%), magnesio (0,78%), potasio (0,26%), materia seca (56,70%), carbono (15,34%), humedad (43,30%) y cenizas (6,75%), bajo nivel de fósforo (0,67%), el valor de la materia orgánica es aceptable (26,45%), existiendo buena relación carbono/nitrógeno (C/N 11,62%).

Tabla 07. *Análisis fisicoquímicos del bocashi.*

Propiedades	Valores
pH	10,00
CEC (milimhos/cm)	11,78
Materia orgánica (%)	30,78
Nitrógeno (%)	1,53
Fósforo (P ₂ O ₅) (%)	0,76
Potasio (K ₂ O) (%)	0,30
Calcio (CaO) (%)	2,40
Magnesio (MgO) (%)	0,95
Materia seca (%)	53,20
Humedad (%)	46,80
Cenizas (%)	14,00
Carbono (%)	17,85
Relación C/N (%)	11,67

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas y suelos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo.

Interpretación: En el análisis fisicoquímico de la muestra de bocashi indica que el pH es de reacción fuertemente alcalina (10,00) y de salinidad (11,78 milimhos/cm). En su composición resalta aceptable los niveles de nitrógeno (1,53%), calcio (2,40%), magnesio (0,95%), carbono (17,85), potasio (0,30%), humedad (46,80%), materia seca (30,78%), y cenizas 14%, bajo nivel de fósforo (0,76%), la materia orgánica es de valor aceptable (30,78%), existiendo buena la relación carbono/nitrógeno (C/N 11,67%).

4.6. **Analizar los nutrientes físicos y químicos del suelo después de la aplicación de los abonos obtenidos a partir de los residuos de café.**

Tabla 08. *Análisis fisicoquímicos del suelo más lombricompost.*

Propiedades	Unidades	Valores	Interpretación
Clase textural	--	--	Franco arenoso
pH	--	7.00	Neutro
Conductividad eléctrica	milimhos/cm	1.98	Bajo
M.O.	%	13.80	Alto
P disponible	ppm	10.00	Medio
K disponible	ppm	82.00	Bajo
Carbonato de calcio	%	0.40	Bajo

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas y suelos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo.

Interpretación: Al analizar los parámetros fisicoquímicos del suelo más lombricompost en su fase final del experimento se encontraron que las muestras son de reacción neutra y bajos niveles de salinidad. En su fertilidad presentan deficiencias de potasio (82 ppm) y carbonato de calcio (0,40%), siendo de valor medio el fósforo (10,00%) y con un valor alto de materia orgánica (13,80%) y la textura es del tipo franco arenoso.

Tabla 09. *Análisis fisicoquímicos del suelo más bocashi.*

Propiedades	Unidades	Valores	Interpretación
Clase textural	--	--	Franco arenoso
pH	--	7.00	Neutro
Conductividad eléctrica	milimhos/cm	2.85	Ligeramente salino
M.O.	%	11.82	Extremadamente Alto
P disponible	ppm	13.00	Medio
K disponible	ppm	90.00	Bajo
Carbonato de calcio	%	0.45	Bajo

Fuente: Laboratorio de análisis de aguas y suelos de la Estación Experimental Agraria Vista Florida del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Chiclayo.

Interpretación: Al analizar los parámetros fisicoquímicos del suelo más bocashi en su fase final del experimento se encontraron que las muestras son de reacción neutra y bajos niveles de salinidad. En su fertilidad presentan deficiencias de potasio (90 ppm) y carbonato de calcio (0,45%), siendo de valor medio el fósforo (13,00%) y con valor alto la materia orgánica (11,82%) y la textura es del tipo franco arenoso.

Comparación de las muestras del suelo inicial y el suelo con la aplicación abonos orgánicos lombricompost y bocashi.

Tabla 10. Valores de las características fisicoquímicas de las muestras en estudio.

Muestras	pH	Conductividad eléctrica (milimhos/cm)	Materia Orgánica (%)	Fósforo (P - ppm)	Potasio (K - ppm)	Carbonato de calcio (%)
Análisis inicial del suelo	6.60	1.30	4.16	5.70	117	0.42
Suelo + lombricompost	7.00	1.98	13.80	10.00	82	0.40
Suelo + bocashi	7.00	2.85	11.82	13.00	90	0.45

Fuente: Elaboración propia

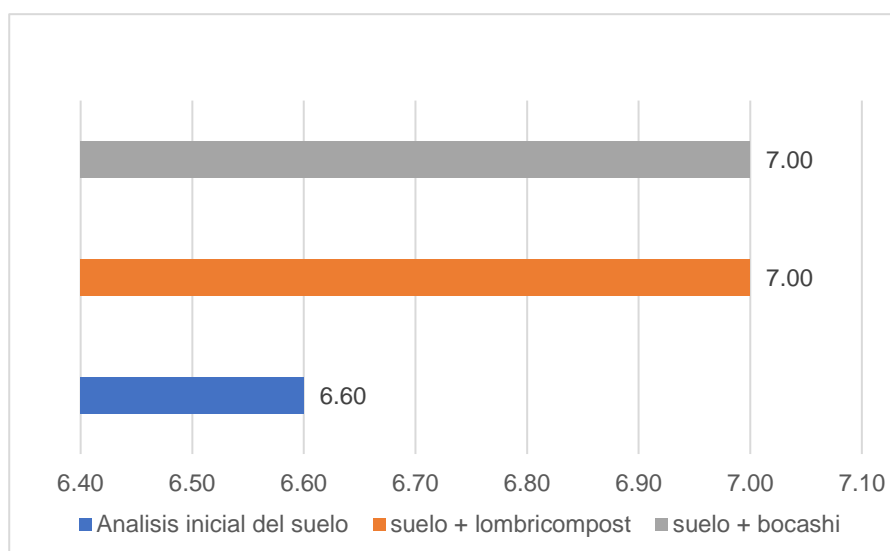


Figura 02. Resultados del pH antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. En la figura 02 podemos observar que el valor inicial del pH aumentó en 0.40. Al inicio el suelo tenía un pH moderadamente ácido con un valor de 6.60, luego de aplicar los abonos de lombricompost y bocashi se obtuvo un pH neutro con un valor de 7.

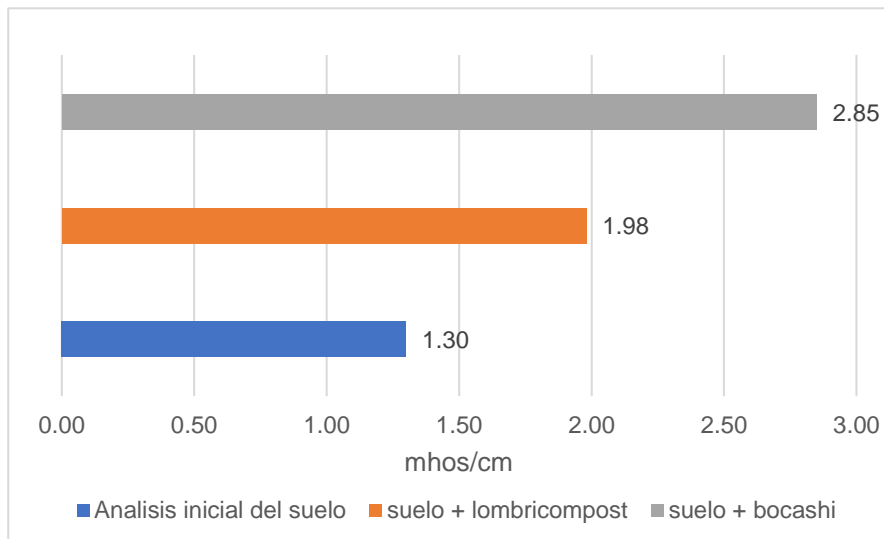


Figura 03. Resultados de la conductividad eléctrica antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 03 se observa que el valor inicial de la conductividad eléctrica aumentó, ya que inicialmente el valor fue de 1.30 milimhos, luego aumentó un 0.68 milimhos obteniendo un valor de suelo + lombricompost de 1.98 milimhos y del suelo + bocashi aumentó un 1.55 milimhos obteniendo un valor de 2.85 mhs.

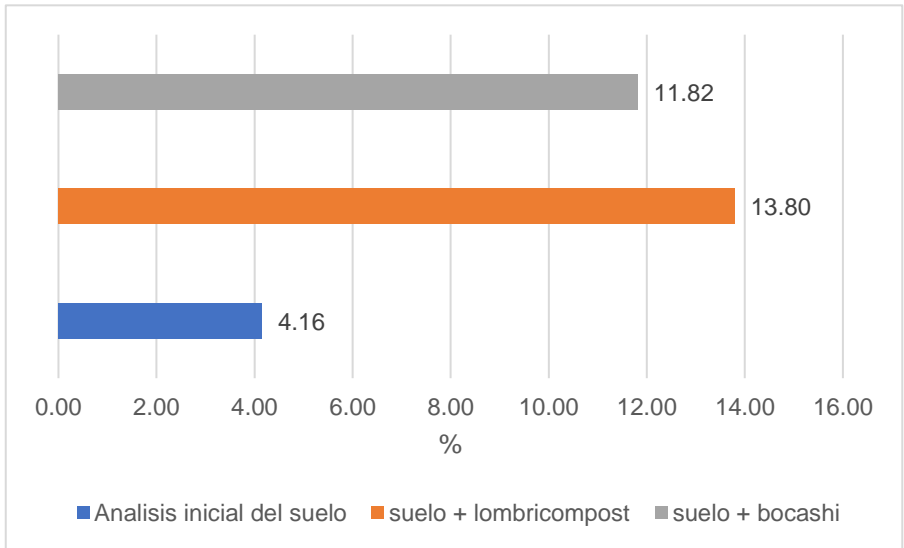


Figura 04. Resultados de la materia orgánica antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.

Elaboración: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 04 se observa que la materia orgánica incrementó considerablemente ya que el suelo inicial tenía un valor de 4.16%, después con la aplicación lombricompost aumentó un 9.64% del suelo inicial obteniendo un valor de 13.80% y finalmente con la aplicación de bocashi la materia orgánica aumentó a un 7.66% del suelo inicial obteniendo un valor de 13.80%. Debido a la incorporación de los abonos la materia orgánica se ubicó en la clase extremadamente rica.

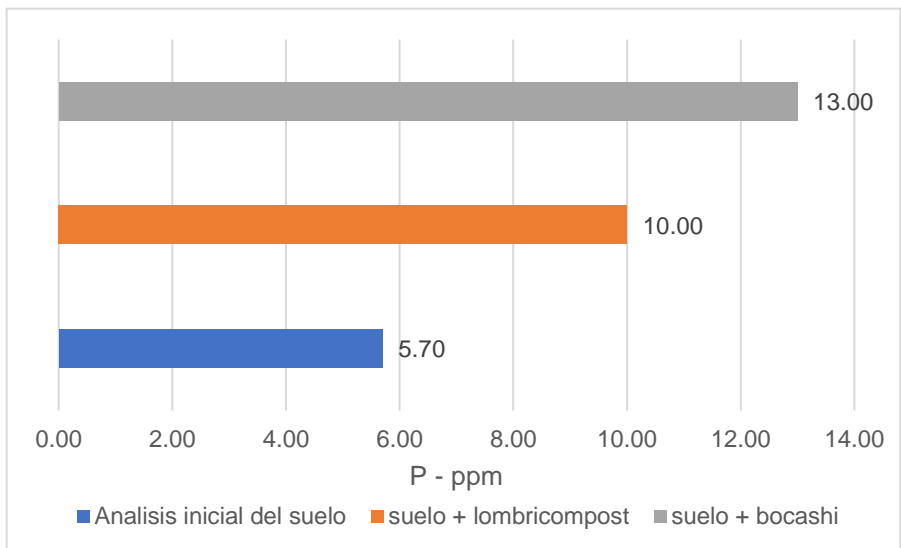


Figura 05. Resultados de fósforo antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 05 se puede observar que el análisis de fósforo en el suelo antes de la aplicación de abono orgánicos alcanzó un valor de 5.70 ppm, posteriormente se incrementó a 10.00 ppm, al incorporar lombricompost siendo un nivel bajo, seguidamente con la aplicación de bocashi al suelo se logró incrementar un valor de 13.00 ppm obteniendo un nivel medio.

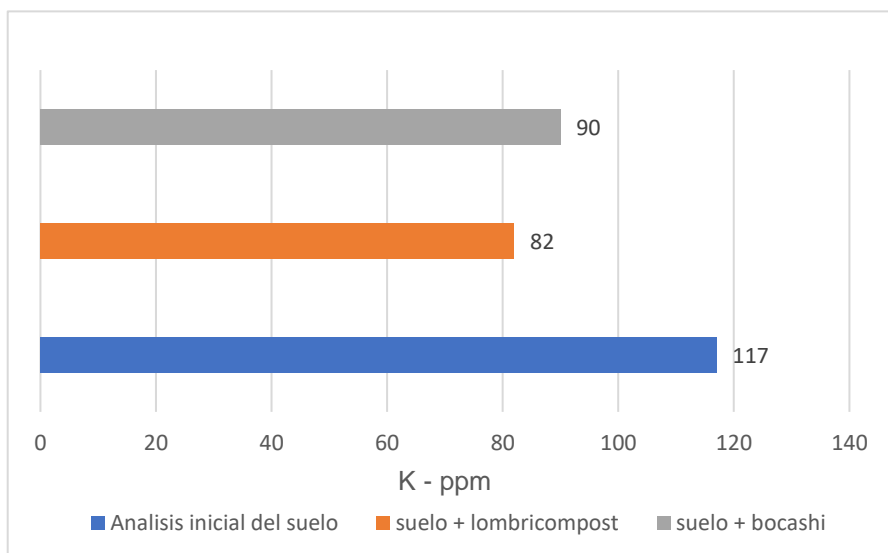


Figura 06. Resultados de potasio antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 06 se puede apreciar que el análisis inicial del suelo con relación al potasio tiene un valor de 117 ppm el cual disminuyó debido a la aplicación de lombricompost donde se redujo en 35 ppm obteniendo un valor de 82 ppm, mientras que en la aplicación de bocashi se obtuvo 27 ppm reducido del valor inicial obteniendo 90 ppm, lo cual estos valores se encuentran en un nivel bajo.

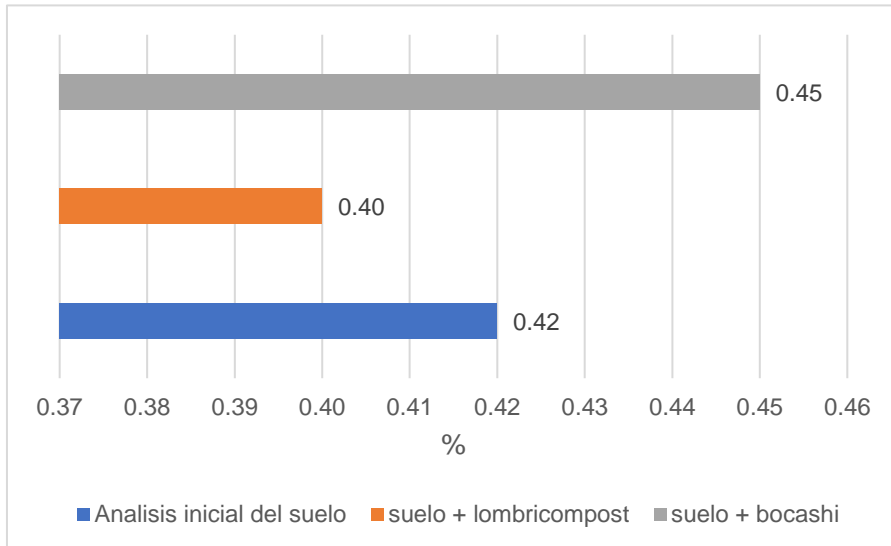


Figura 07. Resultados de carbonato de calcio antes y después de la aplicación del lombricompost y bocashi.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 07 se puede apreciar que el valor inicial del análisis de suelo con respecto al carbonato de calcio es un valor de 0.42% y al incorporar lombricompost el valor se redujo en un 0.02% obteniendo el valor de 0.40%, mientras que al incorporar bocashi aumentó en un 0.03% obteniendo un valor de 0.45%, sin embargo, los valores ya mencionados se encuentran en un nivel bajo.

4.7. Comparación del rendimiento de la producción del rabanito de las parcelas donde se aplicó diferentes dosis de lombricompost y bocashi elaborados con los residuos de café.

Tabla 11. Rendimiento total del cultivo de rabanito.

Características físicas de la planta de rabanito							
Tratamientos	Peso total de la planta (g/m ²)	Peso del fruto (g /m ²)	Peso de la hoja (g /m ²)	Longitud total de la planta (cm)	Altura de la hoja (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Longitud del fruto (cm)
Testigo (T0)	160	60	100	27.333	20.333	5.333	1.667
Lombricompost (T1)	421	274	147	34.767	25.500	6.000	3.267
Lombricompost (T2)	261	154	107	31.000	21.500	6.500	3.000
Bocashi (T3)	191	86	105	34.267	23.033	9.067	2.167
Bocashi (T4)	230	113	117	29.833	20.833	6.333	2.667

Fuente: Elaboración propia

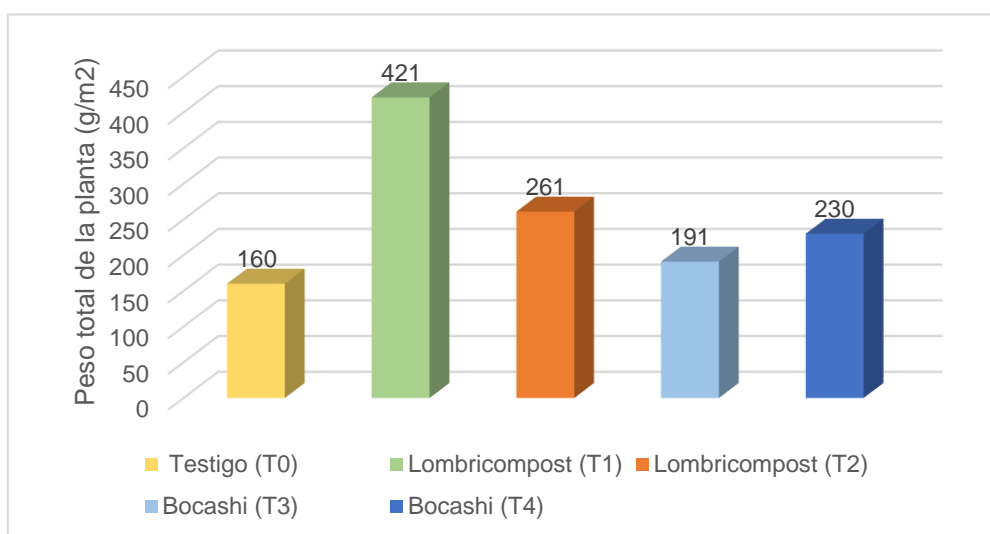


Figura 08. Peso total de la planta (g/m²)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 08 se puede observar el comportamiento del peso total de la planta de rabanito al ser fertilizado con abonos orgánicos de lombricompost y bocashi. Los resultados muestran que las plantas del tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² mostró el mejor rendimiento con 421 g/m², mientras que el tratamiento (T2) de lombricompost con la dosis de 2,5 kg/m² obtuvo 261 g/m² y el (T4) de bocashi con las mismas dosis obtuvo 230 g/m² lograron un menor rendimiento, seguidamente el tratamiento (T3) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² se obtuvo 191 g/m², y finalmente el tratamiento (T0) de testigo con un resultado de 175 g/m². En conclusión, el tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo un mejor resultado.

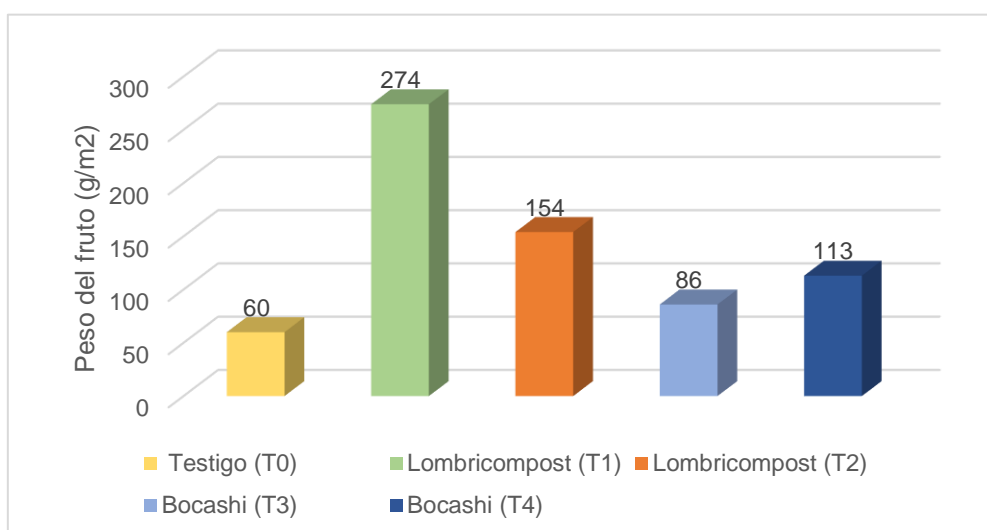


Figura 09. Peso del fruto (g/m²)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 09 se puede observar el peso del fruto del rabanito al ser fertilizado con abonos orgánicos de lombricompost y bocashi. Los resultados muestran que los frutos obtenidos del tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² mostró el mejor rendimiento con 274 g/m², mientras que el tratamiento (T2) de lombricompost obtuvo 154 g/m² y el (T4) de bocashi con 113 g/m² ambos con la dosis de 2,5 kg/m² obtuvieron un menor rendimiento, seguidamente el tratamiento (T3) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² se obtuvo 86 g/m², y finalmente el tratamiento (T0) de

testigo con un resultado de 51g/m². En conclusión, el tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo un mejor resultado.

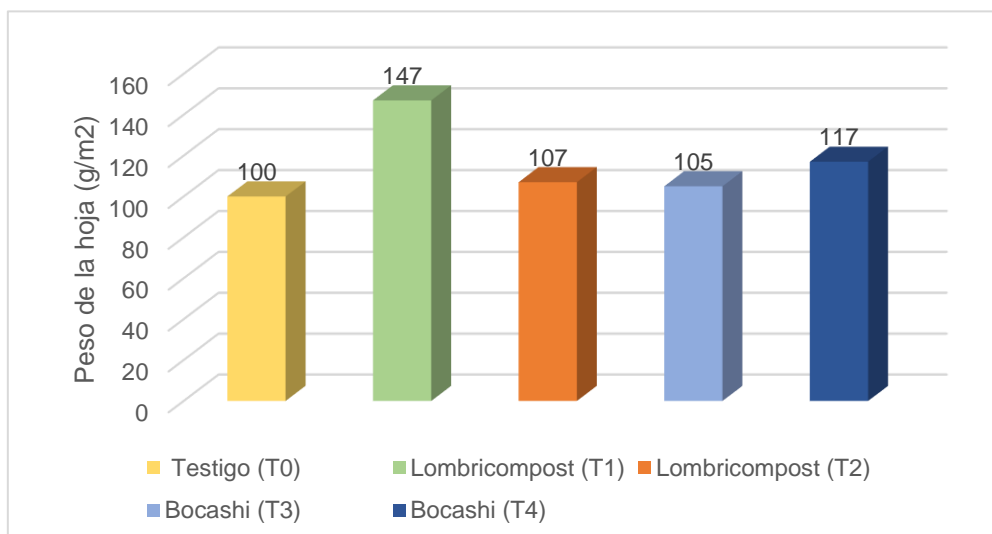


Figura 10. Peso de la hoja (g/m²)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 10 se puede observar el peso de la hoja del rabanito al ser fertilizado con abonos orgánicos de lombricompost y bocashi. Los resultados muestran que el peso de las hojas del tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² mostró el mejor rendimiento con 147 g/m², mientras que el tratamiento (T4) de bocashi con la dosis de 2,5 kg/m² obtuvo un menor rendimiento con 117g/m², seguidamente el tratamiento (T2) de lombricompost con la dosis de 2,5 kg/m² se obtuvo 107 g/m² y en tratamiento (T3) de bocashi con dosis de 1,5 kg/m² se obtuvo 105 g/m², del cual se resalta que hay un rendimiento constante, y finalmente el tratamiento (T0) de testigo con un resultado de 100 g/m². En conclusión, el tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo un mejor resultado.

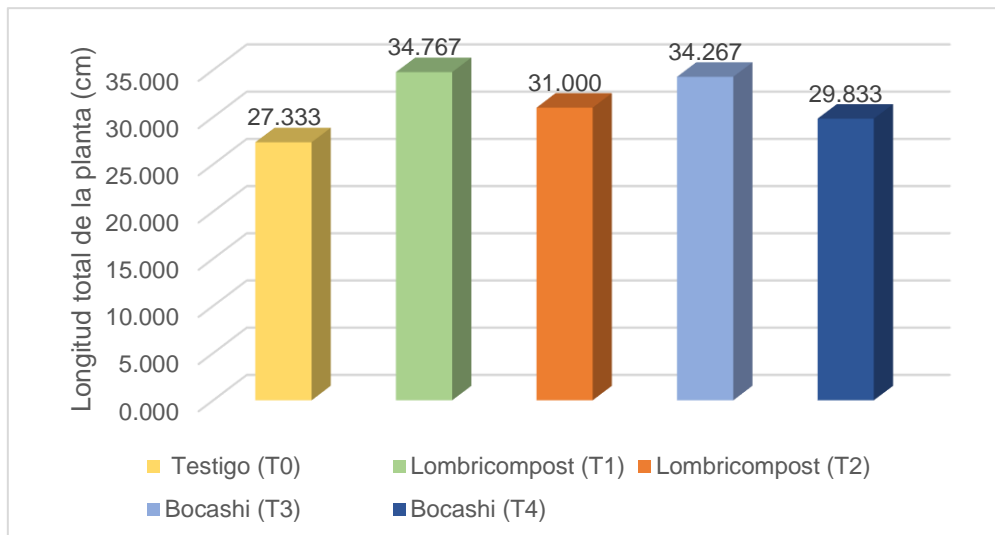


Figura 11. Longitud total de la planta (cm)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 11 se puede observar la longitud total de la planta de rabanito al ser fertilizado con abonos orgánicos de lombricompost y bocashi. Los resultados muestran que la longitud total de la planta en el tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo 34.767 cm y el tratamiento (T3) de bocashi con las mismas dosis obtuvo 34.267 cm, ambos tratamientos se lograron una mayor longitud, mientras que el tratamiento (T2) de bocashi con la dosis de 2,5 kg/ m² obtuvo 31.000 cm y el tratamiento (T4) de bocashi con la misma dosis obtuvo 29.833 cm, del cual ambos tratamientos obtuvieron una longitud menor, y finalmente el tratamiento (T0) de testigo con un resultado de 27.333 cm. En conclusión, el tratamiento (T1) de lombricompost y el tratamiento (T3) de bocashi con las mismas dosis de 1,5 kg/m² obtuvieron los mejores resultados.

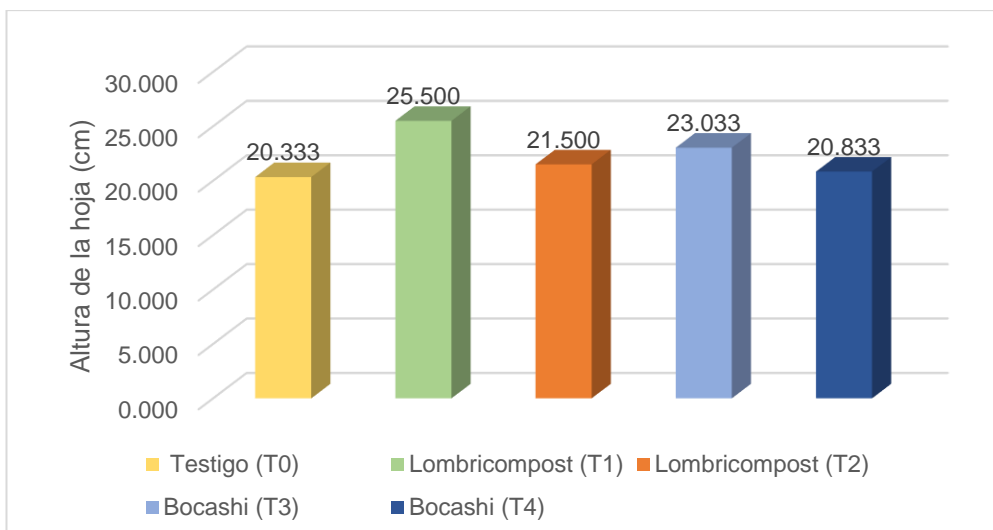


Figura 12. Altura de la hoja (cm)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 12 se puede observar la altura de las hojas del rabanito al ser fertilizado con abonos orgánicos de lombricompost y bocashi. Los resultados muestran que la altura de las hojas del tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² mostró la mejor altura con 25.500 cm, mientras que el tratamiento (T3) de bocashi con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo una menor altura con 23.033 cm, seguidamente el tratamiento (T2) de lombricompost con la dosis de 2,5 kg/m² se obtuvo 21.500 cm y en tratamiento (T4) de bocashi con dosis de 2,5 kg/m² obtuvo 20.833 cm, y finalmente el tratamiento (T0) de testigo con un resultado de 20.333 cm. En conclusión, el tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo un mejor resultado.

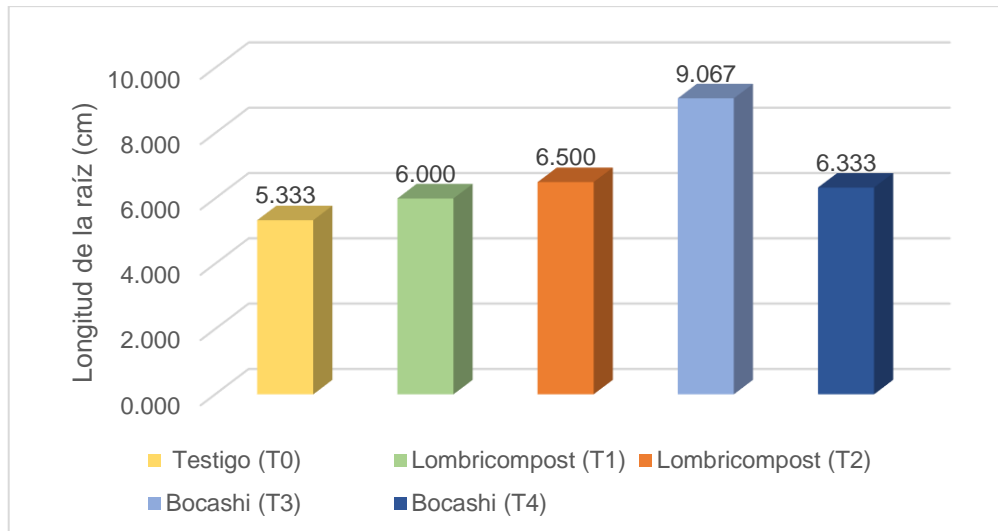


Figura 13. Longitud de la raíz (cm)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 13 se puede observar la longitud de la raíz del rabanito al ser fertilizado con abonos orgánicos de lombricompost y bocashi. Los resultados muestran que la longitud de la raíz del tratamiento (T3) de bocashi con la dosis de 1,5 kg/m² mostró la mayor longitud con 9.067 cm, mientras que el tratamiento (T2) de lombricompost con la dosis de 2,5 kg/m² obtuvo una menor longitud de 6.500 cm, seguidamente el tratamiento (T4) de bocashi con la dosis de 2,5 kg/m² obtuvo 6.333 cm y en tratamiento (T1) de lombricompost con dosis de 21,5 kg/m² obtuvo 6.00 cm, y finalmente el tratamiento (T0) de testigo con un resultado de 5.33 cm. En conclusión, el tratamiento (T3) de bocashi con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo un mejor resultado.

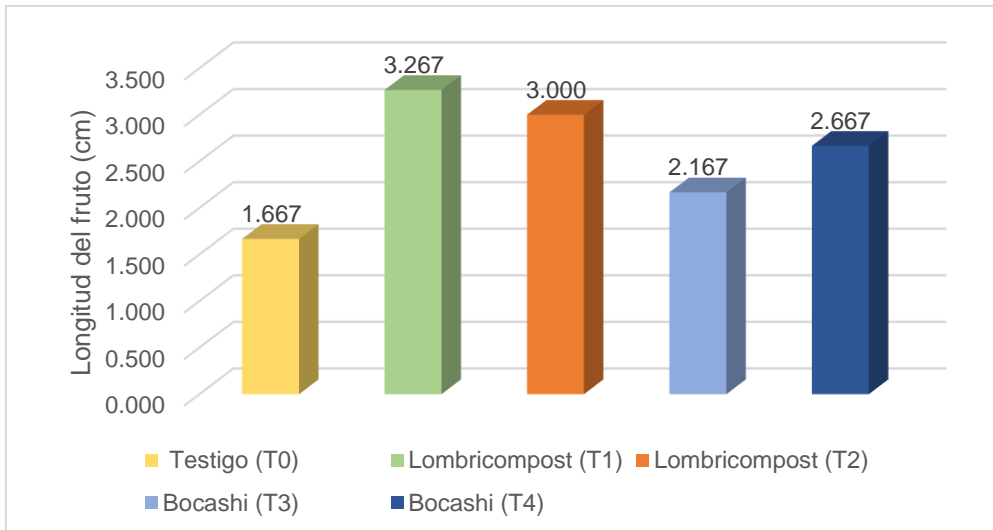


Figura 14. Longitud del fruto (cm)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 14 se puede observar la longitud de la raíz del rabanito al ser fertilizado con abonos orgánicos de lombricompost y bocashi. Los resultados muestran que la longitud de la raíz del tratamiento (T1) de lombricompost con la dosis de 1,5 kg/m² obtuvo 3.267 cm, mientras que el tratamiento (T2) de lombricompost con la dosis de 2,5 kg/m² se obtuvo 3.000 cm, ambos tratamientos presentan mayores longitudes, seguidamente el tratamiento (T4) de bocashi con dosis de 2,5 kg/m² obtuvo 2.667 cm y el tratamiento (T3) de bocashi con la dosis de 1,5 kg/parcela obtuvo una menor longitud con 2.167 cm y finalmente el tratamiento (T0) de testigo con un resultado de 1.667 cm. En conclusión, el tratamiento (T1) y (T2) de lombricompost con la dosis de 1,5 y 2,5 kg/m² obtuvieron el mejor resultado en cuanto a la longitud del fruto.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se alcanzó un rendimiento total de 421 g/m² de rabanito con la aplicación de lombricompost en una dosis de 1.5 kg/m² aplicado en el T1; este resultado se asemeja al rendimiento que describe González et al. (2020), en su investigación en donde produjeron vermicompost a partir de cáscaras de café y estiércol de caballo utilizando lombrices de tierra (Lumbricidae) para aumentar la producción de plantas de espinaca. Utilizó un DBA con siete tratamientos y seis repeticiones, ocupando un área total de 580 m². Los rendimientos más altos de cosecha se presentaron en el tratamiento T7 (17362, 50 kg/ha) y el tratamiento T6 (12496,25 kg/ha), esto se debe a que el tipo de cultivo que el autor utilizó pertenece a la misma especie a la que utilizamos en la presente investigación y por lo tanto sus resultados son similares.

Vargas (2020), en su investigación evaluó la capacidad de los actinomicetos para degradar la pulpa de café y evaluar el efecto del compost en el crecimiento de la planta de chile. El tratamiento del compost de pulpa de café con la adición de un iniciador de actinomicetos celulíticos (P2), mostró la mayor cantidad de NPK, lo que indica que los nutrientes son indispensables para el crecimiento de la planta con respecto la altura, número de hojas y la biomasa vegetal, lo cual compartimos la metodología con esta investigación ya que la utilización de microorganismos ayudan a la descomposición de los residuos orgánicos de una manera rápida y brindan los nutrientes indispensables para el desarrollo de la planta.

De acuerdo con Kasutjani et al. (2021), hicieron vermicompost a partir de pulpa de café, pergamino, agua y miel para optimizar la producción de pak choy. Emplearon un diseño DBA con tres repeticiones. La dosis de aplicación fue de 120 y 140 kg/ha, cada unidad experimental de 7 m² y entre ellos 72 plantas. Concluyeron que la dosis de aplicación para la variedad Pak Choy fue de 140 kg/ha eficiente en el rendimiento. Lo cual compartimos la eficacia del lombricompost de pulpa de café para aumentar los nutrientes

presentes en el suelo agrícola y así mejorar el rendimiento de la producción hortícola, ya que se llegó a la conclusión similar.

Asimismo, Getachev. (2017) evaluaron la capacidad de fertilización con bocashi a base de pulpa de café y urea sobre rendimiento de maíz. Como resultado concluyeron que la fertilización con bocashi promedió 3587,4 kg/ha, indicando un excelente resultado en la productividad del maíz. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se lograron mayores rendimientos a medida que aumentaba la dosis de bocashi. Si bien es cierto que los fertilizantes químicos, a diferencia de los fertilizantes orgánicos, destruyen el suelo y lo vuelven infértil, cuanto más tiempo se usa, más nutrientes se agregan y mejoran los rendimientos. En el caso de nuestra investigación luego de 10 días de aplicar el bocashi se procedió a la siembra de la hortaliza.

VI. CONCLUSIONES

La presente investigación concluye de la siguiente manera:

1. Para la elaboración de los abonos orgánicos se recolectó 200 kg de los residuos de café: pulpa fresca, mucilago, pergamino. Asimismo, se elaboró una infraestructura circular de un 1,20 m altura y 1,50 m de diámetro para el lombricompost y para el bocashi se utilizó un área de 4 m de largo y 2 m de ancho con una superficie plana.
2. Se elaboró lombricompost utilizando 100 kg de residuos de café precompostados entre ellos: pulpa fresca, pergamino, mucilago y aserrín de madera con una textura fina de 50 kg y 500 g de lombriz roja californiana como fuente de transformación y después de 7 días se realizó la fase de movimiento con el propósito de airear el proceso de descomposición de los residuos de café, estos movimientos se realizaron cada 15 días, el procedimiento tuvo como duración tres meses con un adecuado manejo.
3. Para la elaboración del bocashi se utilizó 100 kg de residuos de café precompostados entre ellos: pulpa fresca, pergamino, mucilago y 50 kg aserrín de madera con una textura fina y 25 kg microorganismos de montaña como fuente de descomposición, después de 7 días se realizó la fase de movimiento con el propósito de airear el proceso de descomposición de los residuos de café, estos movimientos se realizaron cada 15 días, el procedimiento tuvo como duración 2 meses con un adecuado manejo.
4. Al analizar los nutrientes fisicoquímicos en el suelo antes de la aplicación de los abonos de lombricompost y bocashi se encontraron los siguientes valores: Un pH de reacción moderadamente ácido (6.60), con bajo nivel de sales solubles (1.30 milimhos/cm). La fertilidad natural del suelo presenta deficiencias de nutrientes de fósforo (5.70 ppm), calcio (0,42%), potasio (11,7 ppm) y buen nivel de materia orgánica (4,16%). La textura es adecuada del tipo franco arenoso orgánico.

5. Al caracterizar los nutrientes físicos y químicos de los abonos orgánicos, se encontraron que: En el análisis de la muestra del lombricompost indica que el pH es de reacción fuertemente alcalina (9.80) y con alto nivel de salinidad (8,04 (milimhos/cm). En su composición química es aceptable los niveles de nitrógeno (1,32%), calcio (2,27%), magnesio (0,78%), potasio (0,26%), materia seca (56,70%), carbono (15,34%), humedad (43,30%) y cenizas (6,75%), bajo nivel de fósforo (0,67%), el valor de la materia orgánica es aceptable (26,45%), existiendo buena relación carbono/nitrógeno (C/N 11,62%). Y para el bocashi indica que el pH es de reacción fuertemente alcalina (10,00) y de salinidad (11,78 milimhos/cm). En su composición resalta aceptable los niveles de nitrógeno (1,53%), calcio (2,40%), magnesio (0,95%), carbono (17,85), potasio (0,30%), humedad (46,80%), materia seca (30,78%), y cenizas 14%, bajo nivel de fósforo (0,76%), la materia orgánica es de valor aceptable (30,78%), existiendo buena la relación carbono/nitrógeno (C/N 11,67%).
6. Al analizar los nutrientes en el suelo después de la aplicación de los abonos obtenidos a partir de los residuos de café se encontraron que la muestra suelo más lombricompost es de reacción neutra y bajos niveles de salinidad. En su fertilidad presentan deficiencias de potasio (82 ppm) y carbonato de calcio (0,40%), siendo de valor medio el fósforo (10,00%) y con valor alto la materia orgánica (13,80%) debido a las combinaciones del material orgánico mezclado; mientras que la muestra suelo más bocashi son de reacción neutra y bajos niveles de salinidad. En su fertilidad presentan deficiencias de potasio (90 ppm) y carbonato de calcio (0,45%), siendo de valor medio el fósforo (13,00%) y con valor alto la materia orgánica (11,82%) debido a las combinaciones del material orgánico mezclado. Ambas texturas son del tipo franco arenoso.
7. Al comparar el rendimiento del cultivo del rabanito de las parcelas donde se aplicó diferentes dosis de lombricompost y bocashi elaborados con los residuos de café encontramos que:

El mayor rendimiento de rabanito se obtuvo en el tratamiento (T1) con 421 g/m² del peso total de planta y en el mismo tratamiento (T1) con 34.767 cm

la longitud total de la planta, ambos con la misma dosis de 1.5 kg/m² después de haber aplicado el lombricompost.

Mientras que al aplicar bocashi se obtuvo en el (T4) 230 g/m² del peso total de planta con dosis de 2.5 kg/m² y en el (T3) 34.267 cm de longitud total de planta con dosis de 1.5 kg/m².

Entre tanto el tratamiento (T0) de testigo no alcanzó el peso ni longitud en comparación al lombricompost y bocashi.

VII. RECOMENDACIONES

1. Recomendamos repetir este trabajo de investigación con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental, mejorar la calidad del suelo y obtener productos saludables para el consumo humano.
2. Se recomienda a la población la producción de lombricompost y bocashi a base de los residuos de café, para fines agrícolas, especialmente en el cultivo hortícola, ya que es un abono de bajo costo, favorable y fácil de preparar.
3. Recomendamos a los agricultores utilizar en sus cultivos el lombricompost y bocashi con el propósito de mejorar la productividad de los cultivos, la fertilidad y calidad de los suelos.
4. Recomendamos repetir esta investigación con otro tipo de residuos orgánicos utilizando diferentes dosis y con las mismas técnicas.

REFERENCIAS

Ahmed, R., & Deka, H. (2022). Vermicomposting of patchouli bagasse—A byproduct of essential oil industries employing *eisenia fetida*. *Environmental Technology and Innovation*

<https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102232>

Antunes, R. M., Castilhos, R. M. V., Castilho, D. D., Leal, O. A., & Andrezza, R. (2016). Initial growth of acacia mearnsii with vermicompost of different agroindustrial wastes. [Crescimento inicial de acácia-negra com vermicompostos de diferentes resíduos agroindustriais] *Ciencia Florestal*, 26(1), 1-9. Retrieved from www.scopus.com

Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S., & Metzger, J. D. (2017). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*.

[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00172-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3)

Balachandar, R., Baskaran, L., Yuvaraj, A., Thangaraj, R., Subbaiya, R., Ravindran, B., . . . Karmegam, N. (2020). Enriched pressmud vermicompost production with green manure plants using *eudrilus eugeniae*. *Bioresource Technology*.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122578>

Barus, WA, Utami, S. y Azmi, EP (2018). Efecto de Azolla Bocachi y Fertilizante Orgánico Líquido de Estiércol de Cabra en el Crecimiento y Producción de Col China (*Brassica oleracea* L.). *Revista indonesia de investigación agrícola*, 1 (1), 78-86.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6936>

Biglari, H., Saeidi, M., Rahdar, S., Narooie, MR, Sohrabi, Y., Alipour, V.,... y Ahamadabadi, M. (2016). Producción de abono bioorgánico a partir de residuos de pétalos de azafrán mediante el método de vermicompostaje. *Revista Internacional de Farmacia y Tecnología*, 8 (3), 17988-17995.

Biswas, I., Mitra, D., Senapati, A., Mitra, D., Chattaraj, S., Ali, M., . . . Mohapatra, P. K. D. (2021). Valorization of vermicompost with bacterial fermented chicken feather

hydrolysate for the yield improvement of tomato plant: A novel organic combination. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 10(1), 29-42. [10.30486/IJROWA.2020.1904599.1104](https://doi.org/10.30486/IJROWA.2020.1904599.1104)

Boechat, C. L., Damasceno, A. S. S., Rocha, C. B., Arauco, A. M. S., & Silva, H. F. (2020). Organic residues in the composition of substrates enriched with bokashi biofertilizer for the sustainable production of *copaifera langsdorffii* seedlings. *Cerne*, 26(1), 18-25.

<https://doi.org/10.1590/01047760202026012694>

Colín-Navarro, V., Domínguez-Vara, I. A., Olivares-Pérez, J., Castelán-Ortega, O. A., García-Martínez, A., & Avilés-Nova, F. (2019). Chemical and microbiological properties of goat manure during composting and vermicomposting. [Propiedades químicas y microbiológicas del estiércol de caprino durante el compostaje y vermicompostaje] *Agrociencia*, 53(2), 161-173.

<http://www.colpos.mx/.../art-3.pdf>

Cortés, Y. F., Rodríguez, K. D. S., & Marín, L. A. V. (2020). Environmental impacts from coffee production and to the sustainable use of the waste generated. [Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados] *Produccion y Limpia*, 15(1), 93-110. doi:10.22507/PML.V15N1A7

<https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a7> .

Da Silva, R. F., de Marco, R., da Ros, C. O., de Almeida, H. S., & Antonioli, Z. I. (2017). Influence of different concentrations of vermicompost in the development of eucalyptus and pine seedlings *Agronomía Mesoamericana*, 33(1) doi:10.15517/am.v33i1.44815

De Rezende, FA, Eric, GJDC y Ferreira, BATISTA (2012). Compostaje de cascarilla de café y estiércol de ganado. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta-MT* , 10 (1), 109-119.

http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol10/ARTIGO_12_RCAA_v10n1a2012.pdf

Dzung, N. A., Dzung, T. T., & Khanh, V. T. P. (2013). Evaluation of coffee husk compost for improving soil fertility and sustainable coffee production in rural central highland of Vietnam. *Resources and Environment*, 3(4), 77-82. DOI: 10.5923/j.re.20130304.03

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32475884/coffee_husk_compost-libre.pdf?1391573152=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEvaluation_of_Coffee_Husk_Compost_for_I_m.pdf&Expires=1687455541&Signature=JAosWIKr~nSO07KaQnR-adNfSRvTATSYAbxeY4VsfVF91IVAH~fM2tNN2KJdJCLu2k63Tksg6ju5l9VcOTYR57YHqE8JtcJVy1NSzk0ULZ-gbEPfHW3YlltvLObueqkIfTXEufXwfbTEASzZ7xwtkq0JZC501VeAOfgvIZQMrj4WCeeOubpPIGDJs07-Uzrp26uBieeEkm9v2x48822gqyRdLvSx5zsU1cdHov-8YjlarBW2BtsoBo-OlzgmHdsZsHwJh-yTlviBB03YZ7HKKEJC5V4oEW9EgtzLeo42fbssfw~Mbf6jTlabEX6yLGZRDJq4X7~l1sWjuL2hjllkmg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Etheredge, C. L., & Waliczek, T. M. (2022). An analysis of the quality of compost produced from vermicomposting fresh cut flower waste. *Journal of Environmental Horticulture*, 40(2), 87-93.

<https://doi.org/10.24266/2573-5586-40.2.87>

Freitas, L. C. F., & Renó, M. L. G. (2022). Environmental and economic evaluation of coffee residues. [Avaliação ambiental e econômica dos resíduos de café] *Engenharia Sanitaria e Ambiental*

<https://doi.org/10.1590/S1413-415220210159>

Garczyńska, M., Kostecka, J., & Kaniuczak, J. (2020). Effect of fertilization with the sheep manure vermicompost on the yield of selected plants and selected properties of soil developed from loess. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 27-33. [10.12911/22998993/122183](https://doi.org/10.12911/22998993/122183)

Gashua, A. G., Sulaiman, Z., Yusoff, M. M., Samad, M. Y. A., Ramlan, M. F., & Salisu, M. A. (2022). Assessment of fertilizer quality in horse waste-based bokashi fertilizer formulations. *Agronomy*, 12(4)

<https://doi.org/10.3390/agronomy12040937>

Getachew, G. (2017). Optimización de la Madurez de Compost de Residuos de Café Mezclados con Residuos Agrícolas y Evaluación de su Efecto en el Crecimiento de Lechuga (*Lactuca Sativa*). *Revista de Investigación en Ciencias Naturales*, 7, 82-92.

<https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2765>

González-Moreno, MA, García Gracianteparaluceta, B., Marcelino Sádaba, S., Zaratiegui Urdin, J., Robles Domínguez, E., Pérez Ezcurdia, MA, & Seco Meneses, A. (2020). Viabilidad del vermicompostaje de café molido y piel de plata de las industrias del café: un estudio de laboratorio. *Agronomía*, 10 (8), 1125. MDPI AG. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10081125>.

Hasibuan, I., Prihanani, P. y Puspitasari, M. (2021). PARÁMETRO KEMATANGAN FISIK, KIMIA, DAN BIOLOGIS PUPUK BOKASHI IKAN RUCAH. *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi Dan Budidaya Perairan*, 19 (2), 212-219.

<https://doi.org/10.32663/ja.v19i2.2201>

Jiménez, JM, Lemus, AC, Reyes, VM, & Valiente, AC (2019). Evaluación del efecto de la formulación y los parámetros de proceso sobre el desempeño de un abono orgánico tipo Bocashi modificado con residuos de percolación de café (*Coffea arabica* L.) en el desarrollo metabólico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

<https://core.ac.uk/download/pdf/228879859.pdf>

Kauser, H., & Khwairakpam, M. (2022). Organic waste management by two-stage composting process to decrease the time required for vermicomposting. *Environmental Technology and Innovation*.

<https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102193>

Lasmini, S. A., Nasir, B., Hayati, N., & Edy, N. (2018). Improvement of soil quality using bokashi composting and NPK fertilizer to increase shallot yield on dry land. *Australian Journal of Crop Science*, 12(11), 1743-1749.

<https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.096934421301743>

Lew, P. S., Nik Ibrahim, N. N. L., Kamarudin, S., Thamrin, N. M., & Misnan, M. F. (2021). Optimization of bokashi-composting process using effective microorganisms-1 in smart composting bin. *Sensors*, 21(8).

<https://doi.org/10.3390/s21082847>

Mago M, Yadav A, Gupta R, Garg VK. Management of banana crop waste biomass using vermicomposting technology. *Bioresour Technol*. 2021 Apr;326:124742. doi: 10.1016/j.biortech.2021.124742. Epub 2021 Jan 20. PMID: 33508640.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124742>

Manyuchi, MM, Phiri, A., Muredzi, P. y Chitambwe, T. (2013). Comparación de biofertilizantes de vermicompost y vermiwash a partir de pulpa de maíz residual de vermicompostaje

<https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.59>

Muñoz, J., Muñoz, J. A., & Montes, C. (2015). Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 73-82.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612015000100009

Olowoake, A. A., Wahab, A. A., Lawal, O. O., & Subair, S. K. (2022). Assessing the potential of organic wastes through vermicomposting: A case study with cucumber (*cucumis sativus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B - Biological Sciences*, 92(1), 131-140.

<https://doi.org/10.1007/s40011-021-01321-3>

Orozco, FH, Cegarra, J., Trujillo, LM et al. Vermicompostaje de pulpa de café utilizando la lombriz de tierra *Eisenia fétida*: Efectos sobre los contenidos de C y N y la disponibilidad de nutrientes. *Biol Fert Soils* 22, 162–166.

<https://doi.org/10.1007/BF00384449>

Patra, R. K., Behera, D., Mohapatra, K. K., Sethi, D., Mandal, M., Patra, A. K., & Ravindran, B. (2022). Juxtaposing the quality of compost and vermicompost

produced from organic wastes amended with cow dung. Environmental Research, 214 <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114119>

Pohan, S. D., Amrizal, E. M., Puspitasari, W. D., Malau, N., Pasaribu, R., & Siregar, R. (2019, October). The use of bokashi compost as a soil fertility amendment in increasing vegetative growth of organic tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). In AISTSSE 2018: Proceedings of The 5th Annual International Seminar on Trends in Science and Science Education, AISTSSE 2018, 18-19 October 2018, Medan, Indonesia (p. 168). European Alliance for Innovation.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JeX2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA168&dq=The+use+of+bokashi+compost+as+a+soil+fertility+amendment+in+increasing+vegetative+growth+of+organic+tomato+\(Lycopersicum+esculentum+Mill.\)&ots=4NpaEfx00s&sig=UZ_7qoNpd8qp7abzB0l88DQkvKg#v=onepage&q=The%20use%20of%20bokashi%20compost%20as%20a%20soil%20fertility%20amendment%20in%20increasing%20vegetative%20growth%20of%20organic%20tomato%20\(Lycopersicum%20esculentum%20Mill.\)&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=JeX2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA168&dq=The+use+of+bokashi+compost+as+a+soil+fertility+amendment+in+increasing+vegetative+growth+of+organic+tomato+(Lycopersicum+esculentum+Mill.)&ots=4NpaEfx00s&sig=UZ_7qoNpd8qp7abzB0l88DQkvKg#v=onepage&q=The%20use%20of%20bokashi%20compost%20as%20a%20soil%20fertility%20amendment%20in%20increasing%20vegetative%20growth%20of%20organic%20tomato%20(Lycopersicum%20esculentum%20Mill.)&f=false)

Quadar, J., Chowdhary, A. B., Dutta, R., Angmo, D., Rashid, F., Singh, S., . . . Vig, A. P. (2022). Characterization of vermicompost of coconut husk mixed with cattle dung: Physicochemical properties, SEM, and FT-IR analysis. Environmental Science and Pollution Research

<https://doi.org/10.1007/s11356-022-21899-z>

Raihing, P., & Vijayalakshmi, A. (2022). Influence of vegetable and fruit wastes vermicompost on the growth and yield of black gram (*vigna mungo* L.). Agricultural Science Digest, 42(3), 322-326.

<https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:asd&volume=42&issue=3&article=013#:~:text=Vermicompost%20contains%20macro%20and%20micro,yield%2Fplant%20in%20black%20gram.>

Ramlan. (2022). Effect of bokashi fertilizer on increasing soil nutrients and growth of medicinal plants. International Journal of Design and Nature and Ecodynamics, 17(3), 433-437.

<http://repositori.unsil.ac.id/id/eprint/9229>

Raza, S. T., Wu, J., Rene, E. R., Ali, Z., & Chen, Z. (2022). Application of wetland plant-based vermicomposts as an organic amendment with high nutritious value. *Process Safety and Environmental Protection*, 165, 941-949.

<https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.04.025>

Raza, S. T., Zhu, Y., Wu, J., Rene, E. R., Ali, Z., Feyissa, A., . . . Chen, Z. (2022). Different ratios of canna indica and maize–vermicompost as biofertilizers to improve soil fertility and plant growth: A case study from southwest china. *Environmental Research*, 215

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114374>

Retrieved from V., Capowiez, Y., & Peigné, J. (2022). Vermicomposting of municipal solid waste as a possible lever for the development of sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(5) doi:10.1007/s13593-022-00819-y

www.scopus.com [Ducasse](#)

Rivera, J., Reyes, J., Cuervo, J., Martínez-Cordón, M., & Zamudio, A. (2022). Effect of biochar amendments on the growth and development of ‘Vera’ crisp lettuce in four soils contaminated with cadmium. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 82(2), 244-255.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392022000200244>

Rosas-Martínez, V., & Aguilar-Rivera, N. (2022). Composting for the reduction of bird droppings (*Gallus domesticus*). [Compostaje para la reducción de excretas de aves (*Gallus domesticus*)] *Agronomía Mesoamericana*, 33(1)

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85126908254&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22bocashi%22&sid=f1ef7bfe8892f38154263694e2cb615b&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28%22bocashi%22%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>

Rusunawa Muara Baru. MITRA: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat , 4 (2), 109-122.

<https://doi.org/https://doi.org/10.25170/mitra.v4i2.1069>

33. Warjoto, R., Canti, M., Hartanti, A. y Prabawanti, B. (2020, 18 de noviembre). Producción de fertilizante Bokashi a partir del procesamiento de residuos en Rusunawa Muara Baru. MITRA: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat , 4 (2), 109-122.

<https://doi.org/https://doi.org/10.25170/mitra.v4i2.1069>

Yatoo, A. M., Bhat, S. A., Ali, M. N., Baba, Z. A., & Zaheen, Z. (2022). Production of nutrient-enriched vermicompost from aquatic macrophytes supplemented with kitchen waste: Assessment of nutrient changes, phytotoxicity, and earthworm biodynamics. *Agronomy*, 12(6)

<https://doi.org/10.3390/agronomy12061303>

Yu, X., Li, X., Ren, C., Wang, J., Wang, C., Zou, Y., . . . Li, Q. (2022). Co-composting with cow dung and subsequent vermicomposting improve compost quality of spent mushroom. *Bioresource Technology*, 358

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127386>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización

VARIABLE					ESCALA DE
DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Dosis lombricompost y bocashi	Es la obtención de un producto o beneficio a partir de los residuos del café	Es la obtención del biofertilizante a base de los residuos de café mediante lombricompost y bocashi	PARÁMETROS	Humedad	Razón
			FÍSICOS	Materia orgánica	Nominal
				Conductividad	Razón
				pH	Razón
			PARÁMETROS	Nitrógeno (N)	Razón
			QUÍMICOS	Fósforo (P)	Razón
				Potasio (K)	Razón
			TRATAMIENTOS	Dosis	Ordinal
	Tipo de aplicación	Ordinal			
VARIABLE					ESCALA DE
INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Rendimiento del cultivo de rabanito	Es el conjunto de técnicas empleadas para la obtención de fruto de la especie vegetal denominada rabanito	Es las características del crecimiento y rendimiento asociadas al manejo productivo del rabanito producto del estímulo del biofertilizante	CRECIMIENTO	Longitud total de la planta	Razón
				Altura de la hoja	Razón
				Longitud de la raíz	Razón
				Longitud del fruto	Razón
			RENDIMIENTO	Peso total de la planta	Razón
				Peso del fruto	Razón
				Peso de la hoja	Razón

Anexo 02. Instrumentos de recolección de datos



Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis **FERTILIDAD**

Muestras Suelos - 1

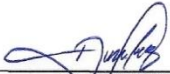
Nombre **HEIDI MEZA SANTILLAN**

Procedencia **ARAMANGO - BAGUA - AMAZONAS**

Fecha de Emisión **02/05/2023**

MUESTRA	Extracto Saturado		M.O %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Texturas (%)			Tipo de suelo
	pH	C. elec milimhos/ cm					Ao.	Lo	Ar	
	6,60	1,30					4,16	5,70	117	

Resultado: El resultado de la muestra indica un pH de reacción moderadamente ácida, con bajo nivel de sales solubles.
La fertilidad natural de la muestra presenta deficiencias de nutrientes de Fósforo, Calcio, Potasio y buen nivel de Materia Orgánica.
La textura es apropiada del tipo Franco Arenosa orgánica. Instalar el cultivo pretendido y fortalecer nutrientes deficientes.


ING. DANTE BOLIVAR DIAZ
Ingeniero Agrónomo
Jefe Laboratorio de Química y Suelos
del Instituto de Química y Suelos



Instituto Nacional de Innovación Agraria


LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Tipo de Análisis **Completo**
Nombre **HEIDI MEZA SANTILLAN**
Procedencia **ARAMANGO - BAGUA - AMAZONAS**
Muestra **LOMBRICOMPOST**
Fecha de Emisión **02/05/2023**

Muestra	
pH	9,80
Cec (mmhos/Cm)	8,04
Materia Orgánica (%)	26,45
Nitrógeno (%)	1,32
Fósforo (P ₂ O ₅) (%)	0,67
Potasio (K ₂ O) (%)	0,26
Calcio (CaO) (%)	2,27
Magnesio (MgO) (%)	0,78
Materia Seca (%)	56,70
Humedad (%)	43,30
Cenizas (%)	6,75
Carbono (%)	15,34
Relación C/N (%)	11,62

Resultado: El resultado analítico indica que la muestra LOMBRICOMPOST tiene un pH de reacción fuertemente alcalina y nivel bajo de salinidad.

En su contenido nutricional se resalta el nivel aceptable de Nitrógeno, Calcio, Magnesio y Cenizas, siendo bajo el nivel de Fósforo, bajar un poco el contenido de humedad a un 30% aproximadamente y aumentar la materia seca. La Materia Orgánica es de valor aceptable y buena la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), utilizar el abono en cultivos semitolerantes por ser de alta alcalinidad.


ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos




Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Tipo de Análisis **Completo**
Nombre **HEIDI MEZA SANTILLAN**
Procedencia **ARAMANGO - BAGUA - AMAZONAS**
Muestra **BOCASHI**
Fecha de Emisión **02/05/2023**

Muestra	
pH	10,00
Cec (mmhos/Cm)	11,78
Materia Orgánica (%)	30,78
Nitrógeno (%)	1,53
Fósforo (P ₂ O ₅) (%)	0,76
Potasio (K ₂ O) (%)	0,30
Calcio (CaO) (%)	2,40
Magnesio (MgO) (%)	0,95
Materia Seca (%)	53,20
Humedad (%)	46,80
Cenizas (%)	14,00
Carbono (%)	17,85
Relación C/N (%)	11,67

Resultado: La composición química de esta muestra de BOCASHI indica que el pH es de reacción fuertemente alcalina y bajo nivel de salinidad.
En su composición se resalta aceptable nivel de nutrientes de Nitrógeno, Calcio, Magnesio, y buenos minerales (Cenizas), bajo nivel de Fósforo, la Materia Orgánica es de valor aceptable, siendo buena la relación Carbono/Nitrógeno (C/N), usar como abono en aplicaciones.


ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos



Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis **FERTILIDAD** Muestras **Suelos - 2**
Nombre **LILI YOVANI MANCHAY CALVAY**
Procedencia **DISTRITO DE ARAMANGO - PROVINCIA DE BAGUA** Fecha de Emisión **09/06/2023**
REGIÓN AMAZONAS

MUESTRA	Extracto Saturado									
	pH	C. elec milimhos/ cm	M.O %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Texturas (%)			Tipo de suelo
							Ao.	Lo	Ar	
SUELO + LOMBRICOMPOST	7,00	1,98	13,80	10,00	82	0,40	73	12	15	FRANCO ARENOSO
SUELO + BOCASHI	7,00	2,85	11,82	13,00	90	0,45	72	16	12	FRANCO ARENOSO

Resultado: Las muestras de suelo son de reacción neutra y bajos niveles de salinidad. La fertilidad de las muestras presentan deficiencias de Potasio y Carbonato de Calcio, siendo de valor medio el Fósforo y de valor alto la Materia Orgánica debido a la combinaciones del material orgánico mezclado. La textura es del tipo Franco Arenoso.


ING. DANTE BOLIVIA, DIAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos
este Lab. de Química y Suelos

Anexo 03. Resultado de similitud del Turnitin.

INFORME DE ORIGINALIDAD			
17%	16%	1%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
FUENTES PRIMARIAS			
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet		8%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante		3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet		2%
4	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet		1%
5	www.scielo.org.pe Fuente de Internet		1%
6	Submitted to Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Trabajo del estudiante		<1%
7	es.scribd.com Fuente de Internet		<1%
8	ici2016.org Fuente de Internet		<1%
9	www.researchgate.net Fuente de Internet		

Anexo 04. Revisión fotográfica



Elaboración de lombricompost (lombriz roja californiana)



Elaboración de bocashi (microorganismos de montaña)



Secado y tamizado del lombricompost



Secado y tamizado del bocashi



Trazado de las parcelas



Incorporación de lombricompost y bocashi al suelo



sembrado de rabanito



Cosecha de rabanito



Organización de los tratamientos en laboratorio



Tratamiento de lombricompost



Tratamiento de bocashi



Testigo



Recopilación de datos