



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIAS
MENCIÓN ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES

TESIS

**EFFECTO DEL BOCASHI Y *Trichoderma spp.* EN EL CULTIVO DE
LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN EL IESTP ANTA 2024**

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES

AUTOR:

Br. MARIA RINA VASQUEZ MORA

ASESOR:

Mg. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

CODIGO ORCID:

0000-0001-5600-7998

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Efecto del
Bocashi y Trichoderma spp. en el cultivo de
Lechuga (Lactuca sativa) en el IESTP ANTP 2024

Presentado por: Maria Rina Vasquez Mora DNI N° 23966975

presentado por: DNI N°:

Para optar el título profesional/grado académico de Maestro en Ciencias
Mención Ecología y Recursos Naturales

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 11 de Agosto de 2025



Firma

Post firma Luis Justina Lizarraga Valencia

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor 0000-0001-5600-7998

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:481564570

MARIA RINA VASQUEZ MORA

EFECTO DEL BOCASHI Y *Trichoderma* spp. EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN EL IESTP ANTA 202

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::27259:481564530

130 Páginas

Fecha de entrega

11 ago 2025, 3:37 p.m. GMT-5

32.819 Palabras

Fecha de descarga

11 ago 2025, 3:41 p.m. GMT-5

168.225 Caracteres

Nombre de archivo

TESIS MARIA RINA VASQUEZ MORA.pdf

Tamaño de archivo

5.1 MB

2% 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)
- ▶ Trabajos entregados
- ▶ Fuentes de Internet

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
44 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
14 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
ESCUELA DE POSGRADO

INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES A TESIS

Dra. NELLY AYDE CAVERO TORRE, Directora (e) General de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a usted en condición de integrantes del jurado evaluador de la tesis intitulada EFECTO DEL BOCASHI Y *Trichoderma spp.* EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN EL IESTP ANTA 2024 de la Br. Br. MARIA RINA VASQUEZ MORA. Hacemos de su conocimiento que el (la) sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado el día PRIMERO DE JULIO DE 2025.

Es todo cuanto informamos a usted fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES.

Cusco, 08 de agosto de 2025

DRA. MARIA ENCARNACION HOLGADO ROJAS
Primer Replicante

DR. DOMINGO GUIDO CASTELO HERMOZA
Segundo Replicante

DRA. CATALINA JIMENEZ AGUILAR
Primer Dictaminante

DRA. VIOLETA EUGENIA ZAMALLOA ACURIO
Segundo Dictaminante

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, ante todo, a Dios, fuente inagotable de luz y fortaleza en cada etapa de este recorrido. Su presencia silenciosa pero constante me ha sostenido en los momentos de mayor desafío y me ha guiado con esperanza hacia el cumplimiento de este anhelo tan profundo.

Con amor, dedico este logro a mi familia. A mi pareja, por su compañía constante en el camino. Pero, sobre todo, a mi hija, María Fernanda, quien ha sido mi mayor impulso, mi inspiración diaria y la luz que me sostuvo en los momentos más desafiantes. Su ternura, su alegría y su presencia amorosa le dieron sentido a cada esfuerzo. Este logro es tan suyo como mío, porque en ella encontré la fuerza para no rendirme.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, en primer lugar, a Dios sobre todas las cosas, porque con su guía y fortaleza he aprendido que cuando creemos y perseveramos, las cosas salen bien. A Él le debo la fuerza que me permitió seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, mi querida Alma Mater, extiendo mi gratitud profunda. En especial a la Facultad de Agronomía y Zootecnia, cuna de grandes maestros.

Un agradecimiento especial al Mg. Luis Justino Lizárraga Valencia, por aceptar ser mi asesor. Su exigencia constante, su orientación y sus sabios consejos no solo enriquecieron mi investigación, sino también mi manera de enfrentar los desafíos. Su paciencia y dedicación fueron claves para culminar este proyecto con éxito.

A todos los docentes de la Escuela de Postgrado de la UNSAAC, mi más sincero reconocimiento. Cada uno de ustedes ha contribuido a mi formación académica con sus enseñanzas y experiencias, y su apoyo incondicional ha sido invaluable en este proceso.

Quiero expresar también mi agradecimiento al IESTP Anta por el préstamo del terreno para el desarrollo de mi trabajo, ya que vengo laborando en dicha institución.

Finalmente, a todas las personas que de alguna manera formaron parte de este recorrido, colegas, amigos y estudiantes del Instituto, les agradezco por su compañía, palabras de aliento, y apoyo emocional. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Índice

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	10
INTRODUCCION	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Situación problemática.....	13
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos.....	14
1.3. Justificación de la investigación	15
1.4. Objetivos de la investigación	16
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos	16
II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL	17
2.1. Base Teórica.....	17
2.1.1. Fundamentos de la agricultura orgánica sostenible	17
2.1.2. El Bocashi como Abono Orgánico	19
2.1.3. Trichoderma spp.	28
2.1.4. Cultivo de la Lechuga (Lactuca sativa L).....	32
2.1.5. Rentabilidad agronómica del cultivo de lechuga mediante Bocashi y Trichoderma spp.: una estrategia integral de sostenibilidad.....	41

2.2.	Marco conceptual (palabras clave)	43
2.2.1.	Abono.....	43
2.2.2.	Abono orgánico.....	43
2.2.3.	Agricultura orgánica	44
2.2.4.	Hortalizas	44
2.2.5.	Microorganismos benéficos	45
2.3.	Antecedentes empíricos de la investigación (estado de arte).....	45
2.3.1.	<i>Antecedentes Internacionales</i>	45
2.3.2.	<i>Antecedentes Nacionales</i>	48
III.	HIPOTESIS Y VARIABLES	52
3.1.	Hipótesis general.....	52
3.2.	Identificación de variables e indicadores	52
3.3.	Operacionalización de variables	53
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	54
4.1.	Ámbito de estudio: localización política y geográfica.....	54
4.1.1.	Ubicación	54
4.2.	Materiales y Equipos.....	56
4.2.1.	Material experimental	56
4.2.2.	Materiales de campo	56
4.2.3.	Materiales de oficina.....	57
4.2.4.	Equipos	57
4.2.5.	herramientas.....	57

4.3.	Tipo y nivel de investigación.....	58
4.3.1.	Tipo de investigación.....	58
4.3.2.	Nivel de Investigación.	58
4.4.	Unidad de análisis.....	60
4.5.	Población de estudio.....	60
4.6.	Tamaño de muestra.....	60
4.7.	Técnicas de selección de muestra.....	60
4.8.	Técnicas de recolección de la información.....	61
4.8.1.	Procedimiento.....	62
4.8.2.	Conducción de la investigación.....	64
4.8.3.	Croquis de distribución de Tratamientos.....	68
4.8.4.	Tratamientos en estudio:.....	69
4.8.5.	Características del experimento.....	70
4.8.6.	Recolección de datos.....	70
4.9.	Técnicas de análisis e interpretación de la información.....	71
4.10.	Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas.....	71
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	73
1.1.	Determinación del efecto del Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> en el rendimiento del cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en el IESTP ANTA.	73
1.1.1.	Evaluar la combinación de Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> que genera el mayor rendimiento agronómico en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en el IESTP ANTA.....	73

1.1.2. Determinar la mejor rentabilidad del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) por efecto de la utilización de Bocashi y <i>Trichoderma</i> spp.	93
1.2. Discusión general de los resultados	94
1.3. Evaluación de las Hipótesis Formuladas	94
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	98
ANEXOS	105

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Superficie Sembrada de Lechuga en las Principales Regiones del Perú Durante la Campaña Agrícola 2021-22(Ha.)</i>	39
Tabla 2 <i>Superficie Cosechada de Lechuga en las Principales Regiones del Perú, Año 2022 (ha)</i>	39
Tabla 3 <i>Producción Anual de Lechuga en las Principales Regiones del Perú, Año 2022 (t)</i>	40
Tabla 4 <i>Rendimiento Promedio Mensual de Lechuga en las Principales Regiones del Perú, Año 2022 (kg/ha)</i>	40
Tabla 5 <i>Precio Promedio en Chacra de Lechuga en las Regiones del Perú, 2022 (Soles/kg)</i>	41
Tabla 6 <i>Operacionalización de Variables</i>	53
Tabla 7 <i>Historial de cultivos</i>	55
Tabla 8 <i>Tratamientos de la investigación</i>	59
Tabla 10 <i>Procedimiento de aplicación de los tratamientos en el experimento</i>	69
Tabla 10 <i>Recolección de información de planta a los 10 días</i>	73
Tabla 11 <i>Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento a los 10 días después del trasplante</i>	74
Tabla 12 <i>Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=4.83031, Alfa=0.01 DMS=6.16789</i>	75
Tabla 13 <i>Recolección de información de la planta a los 25, 40 y 55 días</i>	76
Tabla 14 <i>Análisis de varianza del tamaño de planta los 25 días después del trasplante</i>	77
Tabla 15 <i>Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.64317, Alfa=0.01 DMS=0.82127</i>	78

Tabla 16 <i>Análisis de varianza del tamaño de la planta a los 40 días después del trasplante</i>	78
Tabla 17 <i>Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.62647, Alfa=0.01 DMS=0.79995</i>	79
Tabla 18 <i>Análisis de varianza del tamaño de la planta a los 40 días después del trasplante</i>	80
Tabla 19 <i>Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.60346, Alfa=0.01 DMS=0.77056</i>	80
Tabla 20 <i>Recolección de información al momento de la cosecha</i>	82
Tabla 21 <i>Análisis de varianza del tamaño de la planta (cm.)</i>	83
Tabla 22 <i>Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=1.57305, Alfa=0.01 DMS=2.00865</i>	84
Tabla 23 <i>Recolección de información al momento de la cosecha</i>	84
Tabla 24 <i>Análisis de varianza del peso de la planta</i>	85
Tabla 25	86
Tabla 27 <i>Recolección de información de tamaño de raíz al momento de la cosecha</i>	87
Tabla 28 <i>Análisis de varianza del tamaño de la raíz de la planta</i>	87
Tabla 29 <i>Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36892, Alfa=0.01 DMS=0.47108</i>	88
Tabla 29 <i>Análisis de Composición Química del Bocashi</i>	90
Tabla 30 <i>Comparativo de Propiedades del Suelo y Tratamientos Ganadores para el Desarrollo de Lechuga</i>	91
Tabla 31 <i>Relación Beneficio/Costo (B/C) para los Tratamientos</i>	93

Índice de figuras

Figura 1 <i>Mapa de ubicación del Distrito de Zurite</i>	55
Figura 2 <i>Esquema de Distribución y Evaluación de Plantas de Lechuga en el Ensayo de Campo</i>	61
Figura 3 <i>Distribución de Tratamientos y Bloques con Calles Entre Parcelas en el Ensayo Experimental</i>	68
Figura 4 <i>Evolución de la Altura Promedio de Plantas de Lechuga a los 25, 40 y 55 Días en Función de los Tratamientos Evaluados</i>	81
Figura 5 <i>Tamaño de la raíz a la cosecha de la planta</i>	89

Listado de acrónimos

ANOVA	Análisis de Varianza
B	Tratamiento con Bocashi
BT	Tratamiento con Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i>
CISA	Centro de Investigación en Suelos y Abonos
CV	Coefficiente de Variación
DBCA	Diseño de Bloques Completos al Azar
DCA	Diseño Completamente al Azar
E.E.	Error Estándar
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IESTP	Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
SC	Suma de Cuadrados
WP	Wettable Powder (polvo mojable)

RESUMEN

La investigación titulada “Efecto del Bocashi y *Trichoderma spp.* en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP Anta 2024” evaluó el impacto agronómico, edáfico y económico de la aplicación combinada de bioinsumos orgánicos en condiciones agroecológicas controladas. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, incorporando Bocashi y *Trichoderma spp.* al suelo una semana antes del trasplante, en capacidad de campo. El tratamiento BT12, que combinó 12 t·ha⁻¹ de Bocashi con 4 kg·ha⁻¹ de *Trichoderma spp.*, destacó significativamente al alcanzar un peso promedio de 323 g por planta, una altura de 23.40 cm y una longitud radicular de 7.27 cm, con diferencias estadísticamente altamente significativas ($p < 0.01$) y coeficientes de variación menores al 2.5%, lo cual reflejó alta precisión experimental. A nivel del suelo, se evidenció un incremento de la materia orgánica de 1.86% a 2.62% y del nitrógeno total de 0.09% a 0.13%, mejorando la disponibilidad nutricional del sustrato. En cuanto al análisis económico, BT12 registró una ganancia neta de S/ 48,645.50 y una relación beneficio/costo de 4.51, superando a los demás tratamientos y destacando por su eficiencia financiera, seguido por BT8 con 4.29. Estos resultados integrados confirman que la combinación de biofertilizantes orgánicos no solo mejora el rendimiento y la salud del cultivo, sino que representa una alternativa agroecológica rentable, replicable y adaptable a sistemas productivos que priorizan la sostenibilidad, especialmente en contextos formativos como el IESTP Anta.

Palabras clave: Bocashi, *Trichoderma spp.*, Lechuga (*Lactuca sativa*), Abono orgánico, Agricultura orgánica.

ABSTRACT

The research entitled “Effect of Bocashi and *Trichoderma spp.* on Lettuce (*Lactuca sativa*) Cultivation at IESTP Anta 2024” assessed the agronomic, soil-related, and economic impact of the combined application of organic bio-inputs under controlled agroecological conditions. A completely randomized block design was implemented with seven treatments and three replications, incorporating Bocashi and *Trichoderma spp.* into the soil one week before transplanting under field capacity conditions. The BT12 treatment -12 t·ha⁻¹ of Bocashi combined with 4 kg·ha⁻¹ of *Trichoderma spp.*, showed superior performance, reaching an average plant weight of 323 g, a height of 23.40 cm, and a root length of 7.27 cm, with highly significant differences ($p < 0.01$) and coefficients of variation below 2.5%, indicating strong experimental precision. At the soil level, organic matter increased from 1.86% to 2.62%, and total nitrogen rose from 0.09% to 0.13%, enhancing the nutrient availability in the substrate. Economically, BT12 recorded a net gain of S/48,645.50 and a benefit/cost ratio of 4.51, outperforming all other treatments, followed by BT8 with 4.29, highlighting its financial efficiency. Collectively, the findings confirm that organic biofertilizers not only improve crop performance and soil health, but also offer a profitable, replicable, and sustainable strategy, especially relevant to educational production systems like that of IESTP Anta.

Keywords: Bocashi, *Trichoderma spp.*, Lettuce (*Lactuca sativa*), Organic fertilizer, Organic agriculture.

INTRODUCCION

La agricultura en la región Cusco cumple un rol fundamental como motor de desarrollo económico y social. En particular, el distrito de Zurite enfrenta desafíos importantes relacionados con el uso sostenible del suelo, la variabilidad climática y la necesidad de mejorar los rendimientos agrícolas sin comprometer la salud ambiental. En este contexto, es urgente promover estrategias integrales que favorezcan prácticas sostenibles, incorporando tecnologías agroecológicas que fortalezcan tanto la productividad como la conservación de los recursos naturales.

Entre los cultivos hortícolas de mayor importancia en la región destaca la lechuga (*Lactuca sativa*), por su valor comercial y su alta demanda en mercados locales. Optimizar su producción mediante el uso de insumos orgánicos como el Bocashi y microorganismos benéficos como *Trichoderma spp.* representa una alternativa viable para mejorar la rentabilidad del cultivo y reducir el uso de agroquímicos.

En este escenario se inserta el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Anta (IESTP Anta), institución dedicada a la formación de profesionales técnicos en el ámbito agropecuario. Su rol en la región no solo es académico, sino también de impacto territorial, ya que muchas de sus prácticas formativas se articulan con el entorno agrícola local. Por tanto, investigar el efecto del Bocashi y *Trichoderma spp.* en el cultivo de lechuga dentro de este contexto institucional contribuye a generar conocimiento pertinente y aplicable.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito evaluar el impacto de estos bioinsumos en el rendimiento del cultivo de lechuga, considerando además su influencia sobre las propiedades físico-químicas del suelo y los beneficios económicos derivados de su uso. La propuesta no solo busca fortalecer la base científica del manejo sostenible de cultivos, sino también aportar a la formación técnica de los estudiantes y a la mejora de la producción agrícola regional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática

La agricultura mundial atraviesa una etapa crítica en la que se evidencian signos de desgaste estructural del sistema productivo tradicional. La degradación progresiva del suelo, la reducción de fuentes hídricas y la pérdida de biodiversidad configuran un escenario que exige transformaciones profundas. Ante esta realidad, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura enfatiza la urgencia de adoptar enfoques agroecológicos que restauren la salud del suelo, minimicen el uso de insumos químicos y fortalezcan la resiliencia de los cultivos frente a los efectos del cambio climático (FAO, 2021)

En América Latina, la agricultura familiar representa una parte significativa de la producción alimentaria. Sin embargo, enfrenta limitaciones relacionadas con el acceso a tecnologías sostenibles y el deterioro progresivo de los suelos. El uso de abonos orgánicos como el Bocashi, y de hongos benéficos como *Trichoderma spp.*, ha demostrado ser una alternativa eficaz para mejorar la productividad sin comprometer la salud ambiental (Cortés-Hernández et al., 2023; Mendivil Lugo et al., 2020).

En Perú, la agricultura continúa siendo un pilar económico y social, particularmente en zonas rurales y altoandinas. No obstante, el uso intensivo de agroquímicos ha deteriorado la calidad de los suelos y ha incrementado los costos de producción. Frente a ello, se han promovido iniciativas de agricultura ecológica, destacando el empleo de bioinsumos como el Bocashi y *Trichoderma spp.*, los cuales han mostrado resultados favorables en diversos cultivos (Gobierno Regional de Cusco, 2023; Sarmiento Sarmiento et al., 2019)

En la región Cusco, y específicamente en el distrito de Zurite, los agricultores enfrentan condiciones edafoclimáticas variables, suelos empobrecidos y escasos recursos tecnológicos. En

este contexto, resulta crucial investigar tecnologías agroecológicas que permitan recuperar la fertilidad del suelo y elevar el rendimiento de cultivos hortícolas como la lechuga (*Lactuca sativa*).

En ese marco, el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Anta (IESTP ANTA), institución que forma técnicos agropecuarios, ha identificado la necesidad de implementar prácticas sostenibles en sus actividades productivas y formativas. Por ello, surge la necesidad de evaluar el efecto de diferentes niveles de Bocashi con y sin inoculación de *Trichoderma spp.* sobre el rendimiento del cultivo de lechuga, con el fin de generar evidencia científica aplicable a contextos agroecológicos similares.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del Bocashi y *Trichoderma spp.* en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP ANTA?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué combinación de Bocashi y *Trichoderma spp.* genera mayor rendimiento en el cultivo de lechuga en el IESTP ANTA?
- ¿Cuál es la rentabilidad del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) al utilizar Bocashi y *Trichoderma spp.* en el IESTP ANTA?

1.3. Justificación de la investigación

En contextos donde el agotamiento del suelo limita el rendimiento agrícola, resurgen prácticas que revitalizan la tierra de forma natural. El Bocashi, por su composición fermentada rica en microorganismos, dinamiza la actividad biológica edáfica y favorece el desarrollo vegetal (Baquero Maestre, 2006). Su uso articulado con *Trichoderma spp.* permite no solo estimular el crecimiento, sino también reforzar el sistema defensivo de las plantas (Andrade-Hoyos et al., 2023).

Estudios previos han evidenciado mejoras productivas en cultivos como la fresa bajo condiciones difíciles, gracias a la acción combinada de bioinsumos orgánicos (Sarmiento Sarmiento et al., 2019). Este proyecto busca explorar si esas ventajas pueden replicarse en el cultivo de lechuga, evaluando su comportamiento en el entorno agroclimático del IESTP Anta. Así, se plantea generar datos aplicables a realidades similares, con valor formativo y técnico.

La región de Cusco, donde la agricultura sigue siendo sustento económico de muchas familias, podría beneficiarse de estrategias que incrementen la productividad sin comprometer los ecosistemas. Promover alternativas sostenibles desde la investigación local abre oportunidades para el desarrollo de modelos más resilientes. En este camino, el fortalecimiento de capacidades en instituciones técnicas adquiere un valor estratégico.

Desde una perspectiva formativa, integrar esta experiencia en el quehacer académico del IESTP Anta enriquecerá la preparación profesional de sus estudiantes. A la vez, los hallazgos podrán servir como base para futuras orientaciones agrarias regionales. Sin proclamarlo directamente, este tipo de estudios tiende puentes entre conocimiento técnico, desarrollo sostenible y pertinencia territorial.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto del Bocashi y *Trichoderma spp.* en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP ANTA.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar la combinación de Bocashi y *Trichoderma spp.* que genera el mayor rendimiento agronómico en lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP ANTA.
2. Determinar la mejor rentabilidad del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) por efecto de la utilización de Bocashi y *Trichoderma spp.*

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. Base Teórica

2.1.1. *Fundamentos de la agricultura orgánica sostenible*

2.1.1.1. **Importancia de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos constituyen una alternativa fundamental para mejorar la fertilidad del suelo y promover la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Su uso está basado en el aprovechamiento de materiales naturales de origen vegetal, animal o mixto, que, al descomponerse, aportan nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas. Según Ramos Agüero & Terry Alfonso (2014) , el uso de estos abonos permite reciclar racionalmente los residuos agrícolas, evitando su acumulación como desechos contaminantes, y transformándolos en recursos que fortalecen el equilibrio ecológico del suelo.

A diferencia de los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos enriquecen la estructura del suelo, mejoran su capacidad de retención de agua y fomentan la actividad microbiológica, elementos indispensables para mantener una producción agrícola saludable y resiliente. Esta forma de nutrición vegetal, además de contribuir al rendimiento de los cultivos, se alinea con los principios de la agricultura orgánica, cuyo enfoque busca preservar los recursos naturales y promover prácticas agrícolas respetuosas con el ambiente (FAO-PESA, 2010)

2.1.1.2. **Ventajas agronómicas y ambientales del uso de abonos orgánicos**

Entre las principales ventajas agronómicas del uso de abonos orgánicos se destaca la mejora de la estructura física del suelo, el incremento de su capacidad para retener humedad, y la liberación progresiva de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. La materia orgánica incorporada favorece también la aireación del suelo, permitiendo un mejor desarrollo

radicular y un acceso más eficiente a los nutrientes (Trinidad-Santos, 2016) . Estas condiciones, en conjunto, contribuyen a una mayor productividad y calidad de los cultivos, como se ha comprobado en numerosas experiencias agronómicas con hortalizas como la lechuga (*Lactuca sativa*).

Desde el punto de vista ambiental, los abonos orgánicos como el Bocashi ofrecen beneficios sustanciales: disminuyen la dependencia de fertilizantes sintéticos, reducen los riesgos de contaminación por lixiviación de químicos y contribuyen a la mitigación del cambio climático al capturar carbono en el suelo (Picado & Añasco, 2005). Además, el uso de residuos agrícolas como insumos para su elaboración fomenta un manejo sostenible de los desechos, cerrando ciclos productivos y promoviendo una agricultura más limpia y circular (FAO-PESA, 2010).

2.1.1.3. Rol de los microorganismos benéficos en la fertilidad del suelo

Los microorganismos benéficos del suelo desempeñan un papel esencial en los procesos de fertilidad y salud edáfica. Estos organismos (bacterias, hongos, actinomicetos, entre otros) intervienen directamente en la descomposición de la materia orgánica, facilitando la liberación de nutrientes que serán absorbidos por las plantas. También participan en la formación de humus, en la fijación de nitrógeno atmosférico y en la solubilización de minerales como el fósforo, funciones clave para mantener suelos vivos y productivos (Microbiol.es, s.f.).

Asimismo, muchos microorganismos del suelo actúan como agentes de control biológico, ayudando a suprimir enfermedades fúngicas y bacterianas, al tiempo que promueven el crecimiento vegetal mediante la producción de fitohormonas y sustancias bioestimulantes (Cortés-Hernández et al., 2023). En particular, la aplicación de inoculantes como *Trichoderma spp.* ha demostrado efectos positivos en la estructura microbiana del suelo y en la resistencia sistémica de los cultivos, siendo una herramienta poderosa para fortalecer la agricultura sostenible.

2.1.2. El Bocashi como Abono Orgánico

El Bocashi, un abono orgánico utilizado por los agricultores japoneses desde tiempos inmemoriales, representa una solución sostenible y multifuncional para la mejora de la calidad del suelo. Este mejorador edáfico incrementa la diversidad microbiana, optimiza las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y aporta nutrientes esenciales para el desarrollo óptimo de los cultivos (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014)

Anualmente, la actividad agrícola genera una cantidad considerable de residuos, de los cuales solo una porción es aprovechada directamente para la alimentación, dejando una gran cantidad de desechos que se convierten en un potencial contaminante ambiental. Sin embargo, el aprovechamiento de estos residuos como un medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, mediante su transformación en abonos orgánicos como el Bocashi, contribuye al crecimiento vegetal y mejora o mantiene diversas propiedades del suelo.

2.1.2.1. Definición e Importancia del Bocashi

a) Definición de Bocashi como abono orgánico fermentado

Bocashi es un fertilizante orgánico fermentado cuyo nombre proviene del japonés y se refiere a la técnica de vapor utilizada durante la producción. Utilizar el calor producido por la fermentación aeróbica de los materiales que componen el compost es parte de esta técnica (FAO-PESA, 2010). Esta costumbre ancestral, originaria de Japón, ha superado fronteras debido a sus múltiples beneficios para una agricultura sostenible.

Restrepo Rivera (2001) menciona el término "Bocashi" refiriéndose a una forma de abono orgánico producido mediante la fermentación de mezclas de sustancias orgánicas junto con aditivos particulares. Este procedimiento da lugar a la creación de un producto rico en nutrientes crucial para el crecimiento de los cultivos.

b) El Importancia y ventajas del uso del Bocashi en la agricultura

El Bocashi, un abono orgánico fermentado, desempeña un papel trascendental en la agricultura, particularmente en la ingeniería agronómica. La importancia de este abono radica en el rol vital que ejerce la materia orgánica en el suelo.

La materia orgánica edáfica es esencial para mantener la fertilidad del suelo y proporcionar nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal. Según Trinidad-Santos (2016), la materia orgánica mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención hídrica y promueve la actividad microbiana, lo que a su vez optimiza la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

El Bocashi, al ser rico en materia orgánica, contribuye significativamente a mejorar la calidad edáfica. Al incorporar Bocashi al suelo, se puede optimizar su estructura, incrementar la retención de agua y nutrientes, y fomentar la actividad microbiana. Esto resulta en un suelo más fértil y productivo, lo que es beneficioso para la agricultura.

En síntesis, el Bocashi es un recurso valioso en la ingeniería agronómica debido a su capacidad para mejorar la calidad del suelo a través de la adición de materia orgánica. Su uso puede resultar en una agricultura más sostenible y productiva, alineándose con los principios de la fertilidad y salud edáfica.

2.1.2.2. Origen y Desarrollo del Bocashi

a) Origen histórico del Bocashi como abono tradicional japonés

El Bocashi es un abono orgánico que tiene sus raíces en la tradición agrícola de Japón. Este abono, que se elabora mediante la fermentación de materiales orgánicos, ha sido utilizado por los agricultores japoneses durante siglos para mejorar la salud del suelo y promover el crecimiento de las plantas (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014)

b) Evolución del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas

Con el paso del tiempo, el Bocashi ha evolucionado y se ha adaptado a las necesidades cambiantes de la agricultura. Hoy en día, este abono se utiliza no sólo en Japón, sino también en muchas otras partes del mundo, como una alternativa nutricional eficaz para los suelos y las plantas (Ramos & Terry Alfonso, 2014)

La importancia del Bocashi en la agricultura sostenible ha sido reconocida por diversas organizaciones internacionales. Por ejemplo, la FAO (2010) ha publicado guías sobre la elaboración y uso del Bocashi, destacando su papel en la mejora de la salud del suelo y la promoción del crecimiento de las plantas.

Además, varios estudios han demostrado la eficacia del Bocashi en la mejora de la germinación y el crecimiento de las plantas. Por ejemplo, un estudio realizado por Mendívil-Lugo et al. (2020) encontró que el uso de un abono orgánico tipo Bocashi mejoraba significativamente la germinación y el crecimiento del rábano.

En resumen, el Bocashi ha evolucionado desde sus orígenes como un abono tradicional japonés hasta convertirse en una alternativa nutricional importante para los suelos y las plantas en la agricultura sostenible.

2.1.2.3. Componentes del Bocashi y su Contenido Nutricional

El Bocashi es un abono orgánico fermentado que ha ganado reconocimiento en la agricultura sostenible debido a su riqueza nutricional y su capacidad para mejorar la salud del suelo (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014) Este ensayo se centrará en los ingredientes utilizados en la elaboración del Bocashi y su contenido nutricional.

a) Ingredientes utilizados en la elaboración del Bocashi

La elaboración del Bocashi implica el uso de varios ingredientes, cada uno de los cuales contribuye a su contenido nutricional y a su eficacia como abono orgánico.

Agua

La finalidad del agua es normalizar los niveles de humedad de los distintos componentes que constituyen el compost de Bocashi fermentado. Se emplea únicamente al inicio del proceso, ya que su adición en las fases posteriores de fermentación se considera innecesaria. Se recomienda que el compost se incline inicialmente hacia la sequedad, en lugar de estar excesivamente saturado de humedad (FAO-PESA, 2010).

Carbón vegetal

El carbón vegetal mejora las características físicas del suelo mediante la mejora de su estructura, el fomento de la dispersión de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor. Su notable porosidad contribuye a potenciar los procesos biológicos del suelo, sirviendo de «esponja sólida» que retiene, filtra y libera gradualmente los nutrientes a las plantas, minimizando así las pérdidas por lixiviación. Además, facilita la oxigenación óptima de los fertilizantes y regula la temperatura del sistema radicular, impartiendo así resiliencia frente a las bajas temperaturas nocturnas (Restrepo J., 2007, citado en FAO, 2011).

Paja o rastrojo seco:

La paja o rastrojo seco, definidos respectivamente por la (Real Academia Española (RAE), son residuos agrícolas que, según Ruiz (2018), pueden contribuir a una producción de cultivos sustentable mediante su manejo adecuado.

Cascarilla de arroz

La cáscara de arroz es un recurso valioso que mejora las propiedades físicas del suelo y los abonos orgánicos al favorecer la aireación y la filtración de agua y nutrientes. Además, puede mejorar la actividad macroorgánica y microbiana del suelo y promover el desarrollo equilibrado de los sistemas radiculares de las plantas y sus interacciones simbióticas con los microorganismos de la rizosfera. La presencia de silicio en la cáscara lo convierte en un ingrediente activo que aumenta la resistencia de la planta a plagas y enfermedades. A largo plazo, contribuye a la formación de humus. Cuando se utiliza en forma semicalcinada o carbonizada, puede aportar silicio, fósforo, potasio y otros oligoelementos y ayudar a corregir la acidez del suelo (FAO, 2011).

La gallinaza o los estiércoles

Los excrementos de las aves de corral, también conocidos como estiércol, son la principal fuente de nitrógeno en la producción de abonos orgánicos fermentados. Su función esencial consiste en mejorar las propiedades cruciales y la fertilidad del suelo mediante el aporte de los nutrientes necesarios, en particular fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, junto con otros elementos (FAO, 2011). Dependiendo de su origen, estos materiales pueden suministrar inóculo microbiológico y sustancias orgánicas adicionales que mejoran las características biológicas, químicas y físicas del suelo en el que se van a utilizar los fertilizantes.

Harina de rocas

según Chilon Camacho & Chilon Molina (2014) juega un papel crucial en la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas. Este recurso natural, combinado con compost altoandino, mejora la calidad del suelo, intensifica las reacciones químicas y facilita la asimilación de nutrientes por las plantas. Además, la harina de rocas contribuye a la biorrecuperación de suelos

contaminados con hidrocarburos, demostrando su versatilidad y beneficios para la agricultura sostenible

Levadura de pan

Este material constituye la principal fuente de inóculo microbiológico en la producción de fertilizantes y es el iniciador o germen de la fermentación durante la producción (FAO-PESA, 2010).

Tierra agrícola

según la FAO (2019), es un recurso vital que proporciona la base para la producción de alimentos a nivel mundial. Este recurso es finito y su calidad puede verse afectada por factores como la erosión, la contaminación y el cambio climático. La gestión sostenible de la tierra agrícola es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y la resiliencia al cambio climático.

Melaza

La melaza de caña, chancaca o piloncillo es la principal fuente de energía utilizada en el proceso de fermentación de los abonos orgánicos, lo que favorece la proliferación de la actividad microbiológica. Este componente tiene un alto contenido de nutrientes esenciales como potasio, calcio, fósforo, magnesio y micronutrientes como boro, zinc, manganeso y hierro (FAO-PESA, 2010)

Agua natural

Este recurso natural tiene como objetivo equilibrar uniformemente el contenido de humedad de todos los ingredientes que componen el biofertilizante fermentado Bocashi (FAO-PESA, 2010).

b) Contenido Nutricional del Bocashi

El Bocashi es rico en nutrientes esenciales para las plantas, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio y una variedad de micro y macro nutrientes. Además, contiene una diversidad de microorganismos beneficiosos que mejoran la salud del suelo y promueven la descomposición de la materia orgánica, liberando aún más nutrientes para las plantas (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

El uso de Bocashi en la agricultura puede mejorar significativamente la salud del suelo y la nutrición de las plantas, lo que resulta en un mayor rendimiento de los cultivos y una mayor sostenibilidad agrícola (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014)

2.1.2.4. Calidad Microbiológica y Consideraciones Generales

a) Importancia de la actividad microbiológica en el Bocashi

La actividad microbiológica en el Bocashi es de vital importancia para la salud del suelo y las plantas. Los microorganismos presentes en el Bocashi desempeñan un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes esenciales para las plantas (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014). Además, estos microorganismos pueden mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y ayudar a suprimir las enfermedades de las plantas (FAO, 2011).

b) Consideraciones generales sobre la calidad y efectividad del Bocashi

La calidad y efectividad del Bocashi dependen de varios factores. En primer lugar, la selección de los materiales orgánicos utilizados para la elaboración del Bocashi puede influir en su calidad. Los materiales ricos en nutrientes y con una buena relación carbono/nitrógeno son ideales para la producción de Bocashi de alta calidad (Picado & Añasco, 2005) En segundo lugar, el proceso de fermentación debe ser cuidadosamente controlado para asegurar la actividad

microbiológica adecuada. Un manejo inadecuado durante la fermentación puede resultar en la pérdida de nutrientes y la disminución de la calidad del Bocashi (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014). Por último, el uso adecuado del Bocashi en el campo es crucial para su efectividad. El Bocashi debe ser aplicado al suelo de manera que los nutrientes puedan ser fácilmente absorbidos por las plantas (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014)

2.1.2.5. Residuos Agrícolas y Beneficios del Bocashi

a) Aprovechamiento de residuos agrícolas en la producción de Bocashi

El Bocashi es un abono orgánico fermentado que se produce a partir de una variedad de residuos agrícolas. Los residuos agrícolas, como los restos de cosechas y estiércol, son una fuente abundante y subutilizada de nutrientes que pueden ser aprovechados en la producción de Bocashi (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014). El uso de estos residuos no solo proporciona una fuente de nutrientes para el suelo, sino que también contribuye a la gestión sostenible de los residuos agrícolas (FAO-PESA, 2010).

2.1.2.6. Beneficios ambientales y agronómicos del uso del Bocashi

El uso del Bocashi tiene numerosos beneficios tanto ambientales como agronómicos. Desde el punto de vista ambiental, el Bocashi ayuda a reducir la dependencia de los fertilizantes químicos, lo que puede contribuir a la disminución de la contaminación del agua y del suelo (Picado y Añasco 2005). Además, el proceso de fermentación del Bocashi puede contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014)

Desde el punto de vista agronómico, el Bocashi puede mejorar la fertilidad del suelo y la salud de las plantas. Los nutrientes presentes en el Bocashi son liberados lentamente, lo que puede proporcionar una fuente sostenible de nutrientes para las plantas (Ramos Agüero & Terry Alfonso,

2014). Además, el Bocashi puede mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y ayudar a suprimir las enfermedades de las plantas (Restrepo Rivera, 2001).

2.1.2.7. Procesos y Técnicas de Elaboración del Bocashi

a) Descripción detallada de los procesos de elaboración del Bocashi

El proceso de elaboración del Bocashi comienza con la selección de los residuos agrícolas, que pueden incluir restos de cosechas, estiércol y otros materiales orgánicos (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014). Estos materiales se mezclan en proporciones específicas y se añaden microorganismos eficaces para iniciar el proceso de fermentación (FAO-PESA, 2010). Durante la fermentación, los microorganismos descomponen la materia orgánica y liberan nutrientes esenciales para las plantas (Picado & Añasco, 2005). El proceso de fermentación puede durar de una a dos semanas, dependiendo de las condiciones ambientales y de la calidad de los materiales orgánicos utilizados (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

b) Técnicas clave y factores a considerar para obtener un Bocashi de calidad

La producción de un Bocashi de alta calidad requiere una atención cuidadosa a varios factores. En primer lugar, la selección de los materiales orgánicos es crucial. Los materiales deben ser ricos en nutrientes y tener una buena relación carbono/nitrógeno para asegurar una fermentación eficaz (Ramos & Terry, 2014). En segundo lugar, el proceso de fermentación debe ser cuidadosamente controlado. Esto incluye mantener la pila de compost a una temperatura adecuada y voltearla regularmente para asegurar una fermentación uniforme (Restrepo Rivera, 2007). Por último, el Bocashi terminado debe ser almacenado correctamente para preservar su calidad y eficacia como fertilizante (Restrepo Rivera, 2007).

2.1.3. *Trichoderma spp.*

2.1.3.1. Generalidades de *Trichoderma spp.*

El género *Trichoderma spp.* comprende una colección de hongos filamentosos ampliamente distribuidos en diversos ambientes, desde suelos hasta sistemas acuáticos. Desempeñan un papel vital en la descomposición de la materia orgánica y en el establecimiento de relaciones simbióticas con las plantas (Cortés-Hernández et al., 2023). Estos microorganismos han acaparado una creciente atención debido a su adaptabilidad como agentes de control biológico contra fitopatógenos, promotores del crecimiento vegetal y solubilizadores de nutrientes, posicionándolos como una opción favorable para la agricultura sostenible (Cortés-Hernández et al., 2023). El exhaustivo análisis realizado por Rifai (1969) sentó las bases para la comprensión taxonómica de este género, destacando su importancia en diversas aplicaciones biotecnológicas.

a) Definición del *Trichoderma spp.*

El *Trichoderma spp.* es un hongo difundido que ha acaparado la atención de la comunidad científica debido a su excepcional capacidad para adaptarse y generar metabolitos, como enzimas y compuestos que promueven el crecimiento de las plantas (Harman et al., 2004). Esta adaptabilidad permite su supervivencia en diversas condiciones ambientales, contribuyendo así a su distribución mundial (Rifai, 1969).

b) Importancia del *Trichoderma spp.* en la agricultura

La importancia de *Trichoderma spp.* va más allá de su resistencia y flexibilidad. Según Cortés-Hernández et al. (2023), este hongo también sirve como opción práctica para la agricultura sostenible. Su capacidad para producir compuestos que promueven el crecimiento de las plantas puede mejorar la salud y el rendimiento de los cultivos, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola.

Además, el *Trichoderma spp.* es un hongo que ha demostrado una gran importancia en el sector agrícola. Su importancia radica en su capacidad para actuar como agente biológico de control de diversos patógenos vegetales, contribuyendo así a preservar el bienestar y la producción de los cultivos (Harman et al., 2004)

Las investigaciones en curso sobre *Trichoderma spp.* han permitido a los investigadores profundizar en su variedad de especies y su trayectoria evolutiva. Estos avances han permitido descubrir nuevas especies y comprender mejor sus funciones ecológicas y sus posibles aplicaciones en la agricultura (Bissett, 1991; Druzhinina et al., 2012)

c) Taxonomía del *Trichoderma spp.*

La taxonomía de *Trichoderma spp.* ha sufrido numerosas revisiones a lo largo de los años. En 1969, Rifai introdujo el concepto de «agregado de especies», clasificando con éxito las especies de *Trichoderma* en nueve agregados, distinguidos por sus características morfológicas (Rifai, 1969). Sin embargo, estas clasificaciones resultaron ser inadecuadamente distintas.

Posteriormente Bissett (1991) realizó una revisión basada en la morfología y agrupó el género en cinco secciones: *Saturnisporum*, *Pachybasium*, *Longibrahmatum*, *Trichoderma* e *Hypocrea*. Con la identificación de múltiples especies de *Trichoderma/Hypocrea*, en 2006 se documentaron más de 100 especies reconocidas filogenéticamente (Druzhinina et al., 2006). La taxonomía del *Trichoderma spp.* es la siguiente:

Reino: Fungi

División: Ascomycotina

Subdivisión: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Género: *Trichoderma*

Especie: *Trichoderma spp.*

Debido a la creciente importancia de *Trichoderma*. y a los notables esfuerzos de los taxónomos, se ha producido un notable aumento del número de especies de *Trichoderma spp.* identificadas (Cai & Druzhinina, 2021).

2.1.3.2. Principales especies de *Trichoderma spp.* en la agricultura

Las principales especies de *Trichoderma spp.* utilizadas en la agricultura incluyen *T. harzianum*, *T. viride*, *T. virens*, y *T. asperellum*. Estas especies son conocidas por su eficacia en el control de enfermedades de las plantas (Harman et al., 2004).

2.1.3.3. Mecanismos de acción del *Trichoderma spp.*

El género *Trichoderma*, compuesto por hongos diversos, ha ganado relevancia en el ámbito agrícola como una alternativa prometedora para el control de enfermedades fúngicas y la promoción del crecimiento vegetal. Su amplia gama de mecanismos de acción, que incluyen competencia por recursos, micoparasitismo, producción de metabolitos antifúngicos e inducción de resistencia en las plantas, lo convierten en una herramienta invaluable para una agricultura sostenible (Harman et al., 2004).

Mico parasitismo: Un enfoque en *Trichoderma*

El mico parasitismo es un fenómeno biológico en el que un hongo, el mico parásito, se alimenta de otro hongo. Este proceso es de particular interés en la agricultura, donde los mico parásitos pueden ser utilizados como agentes de control biológico para combatir enfermedades fúngicas en los cultivos. Un género de hongos que ha demostrado ser particularmente eficaz en este papel es *Trichoderma*. (Rifai, 1969).

Las especies de *Trichoderma* son conocidas por su capacidad para actuar como mico parásitos, atacando y consumiendo otros hongos. Esta capacidad ha llevado a su uso en la agricultura como agentes de control biológico. Por ejemplo, Cortés-Hernández et al. (2023) discuten el uso de *Trichoderma spp.* como una alternativa para la agricultura sostenible. Según estos autores, *Trichoderma* puede ser utilizado para combatir una variedad de enfermedades fúngicas en los cultivos, reduciendo así la necesidad de pesticidas químicos.

Los mecanismos de acción de *Trichoderma spp.* lo convierten en una herramienta biocontroladora eficaz y versátil para la agricultura sostenible. Su capacidad para competir con patógenos, parasitarlos, producir metabolitos antifúngicos e inducir resistencia en las plantas lo posiciona como una alternativa prometedora a los fungicidas químicos tradicionales. La investigación continua sobre la diversidad y mecanismos de acción de *Trichoderma spp.* permitirá optimizar su uso en el manejo de enfermedades fúngicas y promover una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

2.1.4. Cultivo de la Lechuga (*Lactuca sativa* L)

2.1.4.1. Origen y Taxonomía de la Lechuga

a) Origen y Distribución Geográfica de la Lechuga

La Lechuga, cuyo nombre científico es *Lactuca sativa*, es una planta anual que forma parte de la familia Asteraceae. Su origen se remonta a Asia y Europa, donde se cree que fue cultivada por primera vez (Cabrera, 2004). A lo largo de los siglos, la Lechuga se ha adaptado a una variedad de climas y condiciones de crecimiento, lo que ha permitido su distribución global. Hoy en día, se puede encontrar Lechuga cultivada en casi todos los rincones del mundo, desde las regiones templadas de Europa y América del Norte hasta las zonas tropicales de América Latina y África (Aker, 2018).

La distribución geográfica de la Lechuga es un testimonio de su notable adaptabilidad. Esta planta es capaz de crecer en una amplia gama de condiciones climáticas, desde las zonas templadas hasta las tropicales. Además, la Lechuga es valorada por su contenido nutricional, que incluye vitaminas como la A y la K, así como una buena cantidad de fibra. Estos factores han contribuido a su popularidad y a su extensa distribución geográfica. A pesar de su origen en Asia y Europa, la Lechuga se ha integrado plenamente en las prácticas agrícolas y las dietas de personas de todo el mundo, lo que demuestra su relevancia universal en la agricultura y la alimentación (Aker, 2018).

b) Taxonomía de la Lechuga (*Lactuca sativa*)

La taxonomía de la Lechuga (*Lactuca sativa*) según el sistema de Arthur Cronquist es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Cichorioideae

Tribu: Lactuceae

Género: *Lactuca*

Especie: *Lactuca sativa* L.

Este sistema de clasificación ha sido revisado y modificado con los avances en la genética y la biología molecular (Beaman, 1989; Cronquist, 1968).

2.1.4.2. Botánica de la Lechuga y clasificación**a) Características Botánicas de la Lechuga**

La Lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta anual que pertenece a la familia Asteraceae. Se caracteriza por tener hojas suaves y jugosas, que pueden variar en color desde el verde claro hasta el rojo oscuro, dependiendo de la variedad. La planta tiene un sistema radicular poco profundo y produce una roseta de hojas en las primeras etapas de crecimiento. A medida que la planta madura, desarrolla un tallo floral que puede alcanzar hasta un metro de altura y produce flores amarillas pequeñas. Las semillas de la Lechuga son pequeñas, de color marrón claro y tienen una forma aplanada (Saavedra Del R. et al., 2017).

Además, la Lechuga es una planta versátil que puede crecer en una variedad de condiciones climáticas, desde climas templados hasta climas semiáridos. Esto se debe en parte a su capacidad para adaptarse a diferentes sistemas de cultivo, incluyendo el cultivo en suelo y el cultivo hidropónico. En particular, la Lechuga ha demostrado ser un cultivo ideal para el sistema de raíz flotante, un tipo de cultivo hidropónico en el que las plantas flotan en una solución nutritiva y sus raíces tienen acceso directo al agua y a los nutrientes (Pertierra Lazo, 2020).

b) Clasificación de la Lechuga

La Lechuga se clasifica en varias variedades, cada una con características únicas en términos de forma, color y textura de las hojas. Algunas de las variedades más comunes incluyen la Lechuga romana, la Lechuga iceberg, la Lechuga de hoja verde y la Lechuga de hoja roja. Cada variedad tiene sus propias preferencias de crecimiento y resistencia a enfermedades y plagas. Además, cada variedad tiene un sabor y una textura únicos, lo que las hace adecuadas para diferentes usos culinarios (Vega Castro et al., 2015).

La elección de la variedad de Lechuga a cultivar puede depender de varios factores, incluyendo las condiciones de crecimiento, las preferencias del mercado y las necesidades nutricionales. Por ejemplo, algunas variedades pueden ser más resistentes a ciertas enfermedades o plagas, o pueden tener un mayor contenido de nutrientes. Mou (2011) clasifica las Lechugas en cinco grandes categorías: romana, iceberg, mantecosa, de hoja suelta y de tallo. Saavedra Del R. et al. (2017) enumera algunas de ellas:

L. sativa L. var. longifolia es reconocida como Lechuga romana o cos, se distingue por sus hojas grandes, alargadas, erguidas y gruesas con venas prominentes, dando lugar a la formación de una cabeza cónica o cilíndrica debido a su carácter erecto, diferenciándola de las verdaderas variedades de col, con una Capacidad de peso de hasta 750 gramos.

L. sativa L. var. La crispa, comúnmente conocida como "iceberg" o Lechuga arrepollada, presenta un cogollo esférico compacto que pesa entre 700 y 1000 gramos cuando se cultiva en el campo. Inicialmente muestran hojas alargadas en estado de roseta, estas hojas sufren una transformación después del desarrollo de 10 a 12 hojas, pasando a una forma curva que se superpone a las anteriores para estructurar la cabeza, con un crecimiento foliar continuo dentro del repollo hasta que alcanza la madurez comercial. Una variación dentro de este tipo conocida como Batavia genera una espuma más suave y menos densa, que pesa aproximadamente 500 gramos en la madurez.

L. sativa L. var. capitata, también conocida como Lechuga mantecosa, produce una cabeza menos densa que la variedad iceberg, caracterizada por hojas orbiculares anchas, suaves, relativamente delgadas, con una consistencia tierna y aceitosa.

L. sativa L. var. acephala, identificada como Lechuga de hojas sueltas, posee hojas dispuestas de manera no envolvente, por lo que no forma una estructura de repollo. Aunque es adecuado para la venta minorista en su conjunto, se observa que en parcelas más pequeñas las hojas normalmente se cosechan individualmente.

L. sativa L. var. augustana, también llamada Lechuga de espárrago o Lechuga de tallo, se cultiva predominantemente en China. Este tipo particular presenta un tallo grueso de entre 4 y 10 cm de diámetro, que se eleva por encima de los demás con una altura potencial de 50 a 60 cm. Sus hojas lanceoladas, largas y delgadas de 4-6 cm, no culminan en formación de col.

2.1.4.3. Requerimientos Edafoclimáticos y Manejo Agronómico del Cultivo de Lechuga

a) Requerimientos Edafoclimáticos para el Cultivo de Lechuga

La Lechuga es una planta que tiene requisitos específicos en términos de su ambiente de crecimiento. (Vega Castro et al., 2015) han destacado la importancia de los bioestimulantes en la producción de Lechuga, lo que sugiere que el entorno de crecimiento debe ser enriquecido con nutrientes específicos para maximizar la producción.

Leiva Espinoza et al. (2018) realizaron un estudio sobre el comportamiento productivo de 11 variedades de Lechuga en un sistema hidropónico NFT recirculante. Este estudio resalta la importancia de las condiciones de crecimiento controladas para la producción eficiente de Lechuga.

Además, Valle Latorre (2021) investigaron la eficacia de tres soluciones nutritivas mediante hidroponía a raíz flotante en la producción de Lechuga var. Crispa en invernadero. Sus hallazgos subrayan la importancia de la nutrición de las plantas en la producción de Lechuga.

b) Manejo Agronómico del Cultivo de Lechuga

El manejo agronómico de la Lechuga también es crucial para su producción exitosa. Alfonso et al. (2011) estudiaron la respuesta del cultivo de la Lechuga a la aplicación de diferentes productos bioactivos, destacando la importancia de la gestión de los nutrientes en el cultivo de la Lechuga.

Domínguez (2024) investigó el efecto del compost en el rendimiento del cultivo de Lechuga en el distrito de Matahuasi. Este estudio resalta la importancia de la gestión del suelo en la producción de Lechuga.

Finalmente, Emmanuel et al. (2020) discutieron la gestión agroambiental de residuos sólidos agrícolas mediante la elaboración de Bocashi y su impacto en la bioproducción de Lechuga. Este estudio subraya la importancia de las prácticas agrícolas sostenibles en la producción de Lechuga.

La producción sostenible de Lechuga es esencial para garantizar la viabilidad a largo plazo de este cultivo. Aker (2018) presentó un proyecto sobre la gestión del conocimiento para la producción sostenible de hortalizas en Nicaragua. Pacheco (2008) analizó la producción y comercio de Lechuga a nivel mundial, su evolución, flujos y futuro. Saavedra Del R. et al. (2017) proporcionó un manual de producción de Lechuga.

Además, García et al. (2020) discutieron el empleo de *Trichoderma spp.* para el control de enfermedades y producción más limpia en Lechuga. Moya (2008) habló sobre las peculiaridades de la mejora genética contra plagas y enfermedades de la Lechuga, (Méndez, 2015) realizaron un estudio de plagas y enfermedades en el cultivo de Lechuga.

c) Plagas y enfermedades

plagas

Pulgones en Lechugas: Los pulgones son insectos visibles a simple vista que atacan principalmente a la Lechuga, causando pequeños agujeros en las hojas y debilitando la planta hasta que muere (Godoy C. et al., 2018)

Orugas que se comen las Lechugas: Estos pequeños gusanos actúan de noche, comiendo las hojas de la Lechuga y causando daños visibles como agujeros en las hojas (Godoy C. et al., 2018).

Caracoles y babosas: Estos pequeños animales causan pequeñas roeduras entre los nervios de las hojas (Godoy C. et al., 2018).

Enfermedades:

Mildiu en Lechuga: Es una enfermedad fúngica que afecta a las Lechugas (Godoy C. et al., 2018).

Alternaria (*Alternaria dauci – Stemphyllium spp.*): Esta enfermedad causada por un hongo se detecta por pequeñas manchas oscuras sobre las hojas de la Lechuga Godoy C. et al. (2018).

2.1.4.4. Producción Nacional de Lechuga en la Campaña Agrícola 2021-2022

La producción nacional de lechuga durante la campaña agrícola 2021-2022 en Perú muestra datos de las regiones a considerar, influenciada por factores climáticos y prácticas agrícolas locales. Las principales regiones productoras como Lima, Áncash, y Junín lideraron el volumen de producción, reflejando un uso eficiente de los recursos agrícolas y la adaptación de tecnologías en el cultivo de hortalizas. Estos resultados destacan la importancia de prácticas sostenibles y eficientes para maximizar el rendimiento y asegurar la oferta de este cultivo en el mercado nacional (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2022).

Tabla 1

Superficie Sembrada de Lechuga en las Principales Regiones del Perú Durante la Campaña Agrícola 2021-22(Ha.).

Región	Total	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Lima	2,578	119	171	280	268	149	337	289	248	146	151	218	202
Lima Metropolitana	920	80	67	65	53	84	76	81	77	95	88	80	74
Áncash	507	45	40	40	40	42	45	35	40	40	50	40	50
Junín	433	50	67	58	28	20	24	29	31	30	28	31	37
Arequipa	233	19	20	19	22	22	19	22	24	19	14	19	14
Amazonas	170	8	15	18	27	17	9	15	17	16	11	7	13
Cusco	100	7	10	8	10	10	6	10	9	8	5	10	7
La Libertad	100	16	7	6	10	8	10	8	8	9	9	6	6
Apurímac	99	12	5	16	11	1	18	3	17	3	5	2	6
Tacna	96	11	12	14	9	8	7	6	6	4	5	6	8
Ayacucho	65	4	7	8	7	6	11	5	3	10	-	2	2
Ica	60	6	6	6	6	-	-	6	6	7	7	5	6

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura – SIEA

Tabla 2

Superficie Cosechada de Lechuga en las Principales Regiones del Perú, Año 2022 (ha)

Región	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Lima	2,796	324	235	422	284	245	146	143	233	197	131	249	187
Lima Metropolitana	890	65	53	85	75	80	78	95	96	74	75	65	49
Áncash	542	40	40	42	45	35	40	45	50	50	50	60	45
Junín	421	54	63	25	30	20	32	28	31	33	29	34	42
Arequipa	225	17	23	22	22	21	23	16	14	14	16	18	19
Amazonas	170	18	25	18	13	15	17	14	11	8	14	14	7
Cusco	120	12	8	12	9	8	15	10	13	9	7	8	9
La Libertad	91	8	10	8	6	9	9	9	7	7	7	6	8
Apurímac	91	17	10	17	13	17	3	9	1	-	1	2	1
Tacna	95	14	9	8	7	6	6	4	5	6	8	11	11
Ayacucho	72	9	12	5	8	6	5	4	1	4	2	6	10
Ica	65	6	5	6	6	7	6	-	6	5	7	5	7

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura - SIEA

Tabla 3*Producción Anual de Lechuga en las Principales Regiones del Perú, Año 2022 (t)*

Región	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Lima	21,818	2,455	1,857	3,295	2,240	1,908	1,168	1,126	1,799	1,542	1,026	1,951	1,453
Lima Metropolitana	16,058	1,264	1,080	1,522	1,387	1,410	1,479	1,638	1,605	1,317	1,362	1,106	888
Junín	10,590	1,416	1,579	580	772	455	755	711	812	879	749	832	1,050
Áncash	7,315	525	530	550	610	485	520	620	685	680	685	800	625
Arequipa	3,803	293	397	380	378	356	387	269	235	234	267	306	301
La Libertad	2,160	195	232	178	138	217	217	201	164	164	151	123	179
Tacna	2,057	309	193	174	128	133	134	90	110	129	178	236	243
Cusco	1,562	156	104	156	117	104	195	130	169	117	92	105	117
Amazonas	850	87	126	95	64	69	84	70	55	36	64	64	35
Ayacucho	671	73	94	52	90	43	54	60	6	40	21	71	67
Ica	407	33	26	39	39	44	37	-	38	38	37	37	42
Apurímac	287	37	34	51	46	51	15	24	6	-	6	12	6

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura - SIEA**Tabla 4***Rendimiento Promedio Mensual de Lechuga en las Principales Regiones del Perú, Año 2022 (kg/ha)*

Región	Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Junín	25,154	26,226	25,060	23,208	25,730	22,740	23,600	25,400	26,177	26,630	25,831	24,474	25,005
La Libertad	23,741	24,400	24,405	23,707	23,008	24,161	24,128	23,688	23,493	23,457	23,246	22,407	23,813
Moquegua	22,922	25,000	-	-	25,500	25,000	25,000	-	-	-	25,300	14,750	26,000
Tacna	21,653	22,071	21,444	21,750	18,286	22,167	22,333	22,500	22,000	21,500	22,250	21,455	22,091
Lima Metropolitana	18,042	19,450	20,374	17,906	18,492	17,622	18,957	17,237	16,720	17,800	8,159	17,022	18,125
Arequipa	16,900	17,213	17,263	17,270	17,203	16,970	16,808	16,785	16,757	16,746	16,702	16,987	15,838
Áncash	13,496	13,125	13,250	13,095	13,556	13,857	13,000	13,778	13,700	13,600	13,700	13,333	13,889
Cusco	13,017	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,143	13,125	13,000
Huánuco	11,150	11,333	11,000	11,000	11,500	11,000	11,250	11,000	11,000	11,000	11,500	12,000	10,000
Ayacucho	9,319	8,111	7,833	10,400	11,250	7,167	10,800	15,000	6,000	10,000	10,500	11,833	6,700
Lima	7,803	7,576	7,902	7,809	7,888	7,787	7,997	7,871	7,719	7,829	7,832	7,833	7,770
Ica	6,313	5,433	5,100	6,450	6,450	6,214	6,200	-	6,818	7,500	5,692	7,400	6,462

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura - SIEA

Tabla 5

Precio Promedio en Chacra de Lechuga en las Regiones del Perú, 2022 (Soles/kg)

Región	Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Tumbes	3.09	-	3	-	-	-	-	2.76	3	2.6	3	3	4
Lima	2.05	1.56	1.81	2.18	2.56	2.02	1.78	1.64	1.56	2.57	2.38	2.33	2.18
Junín	1.92	1.64	1.65	1.56	1.95	1.96	1.79	1.85	1.67	2.14	2.63	2.4	2.17
La Libertad	1.82	1.38	1.66	1.79	1.7	2.03	1.99	2.02	2.08	2.37	1	1.82	1.88
Tacna	1.67	1.72	1.82	1.81	1.73	1.73	1.53	1.53	1.5	1.5	1.5	1.57	1.8
Moquegua	1.5	1.5	-	-	1.5	1.5	1.5	-	-	-	1.5	1.5	1.5
Huánuco	1.32	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6
Cusco	1.31	1.23	1.39	1.4	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.27	1.39	1.43	1.43
Lambayeque	1.35	-	-	1.35	1.35	-	-	-	-	-	-	-	-
Amazonas	1.19	1.02	0.98	1.04	1.11	1.1	1.49	1.4	1.28	1.21	1.41	1.3	1.22
Ayacucho	1	1.12	1	0.97	1	0.9	1.1	1	1	0.95	0.97	0.96	0.98
Madre de Dios	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-

Fuente: Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura – SIEA

2.1.5. Rentabilidad agronómica del cultivo de lechuga mediante Bocashi y Trichoderma spp.: una estrategia integral de sostenibilidad

En la agricultura moderna, la rentabilidad agronómica ya no se limita al cálculo de ingresos y egresos, sino que incorpora dimensiones ecológicas y productivas que aseguran sostenibilidad. Este enfoque resulta crucial en cultivos hortícolas de ciclo corto como la lechuga (*Lactuca sativa*), donde cada intervención agronómica puede incidir directamente en la eficiencia del sistema. En este escenario, la combinación de bioinsumos como el abono orgánico tipo Bocashi y el hongo benéfico *Trichoderma spp.* se perfila como una estrategia prometedora para alcanzar rendimientos altos sin comprometer la salud del suelo ni depender de agroquímicos.

Según Cortés-Hernández et al. (2023) *Trichoderma spp.* desempeña múltiples funciones clave: actúa como biofertilizante al mejorar la disponibilidad de nutrientes, como bioestimulante al favorecer el crecimiento vegetal, y como agente de biocontrol que protege el sistema radicular

frente a patógenos. Estas propiedades fortalecen la fisiología del cultivo y mejoran la calidad del producto final, dos factores estrechamente relacionados con la rentabilidad.

Por su parte, Neri Chávez et al. (2017) demostraron que el uso de biopreparados como el Bocashi puede elevar significativamente el rendimiento de la lechuga (hasta 33,5 t/ha), gracias a su impacto positivo en la estructura del suelo, la retención de humedad y la actividad microbiana. Esto sugiere que no solo es posible reemplazar los fertilizantes químicos, sino incluso superarlos bajo un enfoque regenerativo.

De forma complementaria, Oré Domínguez (2024) evidenció que la aplicación de compost orgánico mejora la fertilidad edáfica y la productividad de lechuga, lo que apoya la idea de que un suelo bien manejado puede convertirse en una plataforma ideal para potenciar el efecto de bioinoculantes como *Trichoderma*.

En conjunto, estas evidencias permiten sustentar que la interacción entre Bocashi y *Trichoderma spp.* constituye una alternativa técnica y económicamente viable para mejorar la rentabilidad agronómica del cultivo de lechuga. Esta propuesta se alinea con principios de sostenibilidad y eficiencia, y representa una opción innovadora para fortalecer la productividad en sistemas hortícolas rurales.

2.2. Marco conceptual (palabras clave)

2.2.1. *Abono*

El abono, una sustancia que puede ser tanto orgánica como inorgánica, desempeña un papel esencial en la mejora de la calidad del suelo y en la provisión de nutrientes vitales para los cultivos y las plantaciones. Los abonos pueden clasificarse en dos categorías principales: naturales e inorgánicos. Los abonos naturales, como el estiércol y el guano, se derivan de fuentes biológicas. Por otro lado, los abonos inorgánicos, también conocidos como abonos minerales, se obtienen mediante la explotación de reservas naturales y la síntesis de ciertas sustancias (Definicion.de, s.f.)

Es de suma importancia tener en cuenta que el uso excesivo de abonos puede resultar en consecuencias perjudiciales. Estos pueden llegar a ser tóxicos y afectar negativamente a los cultivos. Además, pueden alterar el nivel de acidez presente en el suelo, lo que puede tener un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las plantaciones (Definicion.de, s.f.)

2.2.2. *Abono orgánico*

El fertilizante orgánico es una sustancia derivada de desechos de origen animal y vegetal. Esta forma de fertilizante presenta una opción más respetuosa con el medio ambiente y la salud en comparación con los fertilizantes inorgánicos. Además, los fertilizantes orgánicos no sólo ayudan a reducir los residuos y a luchar contra el cambio climático, sino que también mejoran la calidad del suelo y promueven la producción de alimentos más saludables y nutritivos.

Según un estudio realizado por (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014), anualmente se genera un volumen importante de residuos agrícolas y solo una parte de ellos se utiliza directamente para el consumo alimentario. Esto da como resultado una cantidad sustancial de residuos, lo que supone un riesgo de contaminación ambiental. Al utilizar estos materiales de desecho para la producción eficiente de fertilizantes orgánicos, los nutrientes se pueden reciclar de

manera sostenible, fomentando el crecimiento de las plantas y mejorando diversas propiedades del suelo.

2.2.3. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que tiene como objetivo mejorar la salud del ecosistema, abarcando su biodiversidad, ciclos biológicos y actividad del suelo. Este enfoque se basa en metodologías que no sólo evitan el uso de pesticidas y fertilizantes químicos sintéticos, sino que también se esfuerzan por establecer un equilibrio con el entorno natural (FAO, s.f.)

Como indica la investigación realizada por Soto (2020) la progresión de la agricultura orgánica a nivel mundial se puede delinear en tres fases distintas para facilitar el análisis. La fase inicial, conocida como Orgánico 1.0, son las etapas embrionarias, durante las cuales los productores toman la iniciativa implementando prácticas de cultivo ecológico. Posteriormente surge Orgánico 2.0, caracterizado por consumidores que muestran disposición a pagar precios superiores para apoyar a los productores comprometidos con la preservación del medio ambiente. Por último, Orgánico 3.0 surge como un movimiento que evalúa los logros de la industria orgánica.

2.2.4. Hortalizas

Las hortalizas son hortalizas comestibles que se cultivan en el huerto. Estas plantas son valoradas por su valor nutricional y sabor y son una parte importante de la dieta humana. Generalmente, el término verdura incluye legumbres y hortalizas y excluye cereales y frutas (EDU.LAT, s.f.)

Según un estudio de (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014) cada año se genera una gran cantidad de residuos agrícolas, pero solo una parte de ellos se utiliza directamente para la alimentación, lo que resulta en que una gran cantidad de residuos se convierta en una potencial

contaminación ambiental. El uso de estos desechos como un medio eficaz de reciclaje racional de nutrientes convirtiéndolos en fertilizantes orgánicos puede promover el crecimiento de las plantas y ayudar a mejorar o mantener muchas propiedades del suelo.

2.2.5. *Microorganismos benéficos*

Los microorganismos beneficiosos son organismos microscópicos que viven en el suelo y en asociación con plantas y desempeñan un papel importante en el ecosistema agrícola. Estos microorganismos, que incluyen bacterias, hongos, virus y protozoos, contribuyen a la formación del suelo porque participan en la degradación de la materia orgánica y en la circulación de elementos como, entre otros, carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo, hierro. otros. Su actividad vital influye en la fertilidad del suelo y en el crecimiento de las plantas, ayudando a absorber los nutrientes y protegiéndolas del ataque de microorganismos patógenos (Microbiol.es, s.f.)

2.3. Antecedentes empíricos de la investigación (estado de arte)

2.3.1. *Antecedentes Internacionales*

Mendivil Lugo et al. (2020) mencionan en la investigación Elaboración de un abono orgánico tipo Bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano, tuvieron como objetivo elaborar Bocashi y evaluar su efecto en la germinación y desarrollo del rábano. La metodología incluyó la elaboración de tres mezclas de Bocashi: aserrín-mango-plátano (BA), mango (BM) y tradicional (BT). Se realizaron ensayos de germinación en charolas con mezcla Bocashi-peat moss y un testigo con suelo agrícola (A). Posteriormente, las plántulas fueron trasplantadas a mesas organopónicas con la misma mezcla y se evaluó su desarrollo. Los autores concluyeron que el tratamiento A promovió la mayor germinación, mientras que el tratamiento A estimuló la altura y número de hojas, pero el tratamiento BT favoreció la mayor acumulación de

biomasa seca. En general, las plantas fertilizadas con Bocashi presentaron mejor desarrollo que las germinadas en suelo agrícola.

Sarmiento Sarmiento et al. (2019) indican en su investigación sobre el Uso de Bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas", investigaron el efecto de la aplicación de Bocashi y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) cv. Selva en la irrigación Majes, Arequipa – Perú. Su objetivo fue determinar la combinación óptima de dosis de Bocashi y EM para maximizar el rendimiento y la calidad de la producción de fresas. La metodología empleada consistió en evaluar tres niveles de Bocashi (4, 6 y 8 t·ha⁻¹) y dos niveles de EM (1 y 2 l·t de Bocashi⁻¹), generando seis tratamientos con tres repeticiones cada uno, mediante un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x2. La aplicación de los tratamientos se realizó antes del trasplante de plantas y a los 45 días del trasplante, en forma localizada. Los autores concluyeron que el mayor rendimiento total de frutos de fresa cv. Selva fue de 6,942 t·ha⁻¹, obtenido con la interacción de 8 t de Bocashi·ha⁻¹ y 1 l de EM·t de Bocashi⁻¹, logrando una clasificación óptima de los frutos según su calibre, con un 30% de categoría A, 35% de categoría B, 25% de categoría C, 6% de categoría D y 4% de categoría E.

Cuenca Sedamanos et al. (2022) en su investigación *Trichoderma spp*: Propagación, dosificación y aplicación en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)", tuvieron como objetivo evaluar el efecto de cuatro cepas de *Trichoderma spp* sobre parámetros morfológicos y rendimiento del cultivo de maíz bajo condiciones de campo. La metodología empleada consistió en un diseño experimental de bloques completamente al azar, donde se evaluaron 90 plantas por tratamiento, 4 tratamientos, 3 dosis, 3 repeticiones por dosis y 10 plantas por repetición. Los tratamientos fueron: T1: *Trichoderma asperellum*; T2: *Trichoderma melanomagnum*; T3: *Trichoderma spirale*; T4:

Trichoderma reesei en tres dosis. Los autores concluyeron que las cepas *T. asperellum* y *T. melanomagnum* con las dosis x1010 y x1011 UFC obtuvieron los mejores rendimientos. Además, resaltaron la importancia del uso de *Trichoderma spp* en la agricultura orgánica debido a sus diferentes mecanismos de acción, como la elaboración de metabolitos secundarios que inducen la producción de fitoalexinas, su capacidad antagonista y de antibiosis, la cual degrada las paredes celulares del patógeno.

Santoyo Mexicano et al. (2022) en la investigación uso de estiércol bovino en la elaboración y maduración de un Bocashi. El objetivo de la investigación fue evaluar el proceso de elaboración de un abono tipo Bocashi, midiendo los parámetros que indican su estado de maduración. La metodología empleada consistió en utilizar insumos como salvado, rastrojo molido, biochar, estiércol, melaza, cal y agua, los cuales fueron mezclados homogéneamente, con un porcentaje de humedad del 40-50%. Durante 15 días, se midieron los parámetros de temperatura, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica (MO), carbono mediante pérdida de peso por ignición y nitrógeno por el método de Kjeldalh. Los resultados mostraron que el pH se mantuvo relativamente constante, la temperatura incrementó durante los primeros dos días y luego se mantuvo en un rango de 40-50°C por ocho días, mientras que la conductividad eléctrica disminuyó constantemente. Al final del proceso, el Bocashi obtenido contenía 33.65% de MO, 1.39% de nitrógeno y una relación C/N de 14. En conclusión, es necesario considerar la fuente de nitrógeno de la mezcla inicial y controlar el pH, la temperatura y la conductividad eléctrica para obtener un abono maduro que pueda ser aplicado al suelo, garantizar el aporte de nutrientes y mejorar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

Moneva Roca (2020) realizó un estudio titulado "Análisis y evaluación actual del abono tipo Bocashi como alternativa ecológica ante los agroquímicos", cuyas conclusiones resaltan la

eficiencia y dinamismo del abono tipo Bocashi como una alternativa ecológica viable para la agroecología en diversas regiones. Se destaca su capacidad para mitigar los impactos ambientales derivados de la acción antrópica, especialmente la contaminación de los recursos naturales por la agricultura convencional. Frente al agotamiento evidente de los suelos debido al uso de agroquímicos, se plantea el abono orgánico como una solución sostenible. Este trabajo, respaldado por publicaciones científicas, consensua los resultados del Bocashi, ofreciendo una perspectiva prometedora para la agricultura sustentable y la preservación ambiental.

2.3.2. Antecedentes Nacionales

Cortez Lázaro (2023) indica en su estudio "Biofortificación del cultivo hidropónico de la Lechuga (*Lactuca sativa* L.) con Hierro", tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aspersión foliar de diferentes concentraciones de hierro (Fe) y momentos de aplicación sobre la masa de la materia fresca y seca, área foliar, concentraciones de nitratos, potasio y calcio, así como los niveles de biofortificación con Fe en Lechugas cultivadas en hidroponía. La metodología consistió en realizar dos experimentos en invierno y verano, aplicando concentraciones de Fe de 2, 4 y 6 mg/l en diferentes momentos (100% a los 10 días después del trasplante, 100% a los 20 días, y 50% a los 10 y 20 días). Los resultados concluyeron que el aumento de la concentración de Fe no afectó la masa de la materia fresca y seca de las hojas ni el área foliar, pero la dosis más alta (6 mg/l) tuvo efectos negativos sobre las concentraciones de nitratos, potasio y calcio en verano. Se verificó una biofortificación eficiente en las hojas de Lechuga a partir de 4 mg/l de Fe, siendo mayor en condiciones de verano.

Leiva Espinoza (2022) menciona en su tesis Diversidad genética de *Trichoderma spp.* como agente de biocontrol de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) para la producción sustentable de cacao nativo, tuvieron como objetivos estudiar la diversidad de especies de *Trichoderma spp.*

presentes en el agroecosistema cacao de Amazonas, Perú, y su potencial como agente de biocontrol in-vitro e in-vivo sobre la moniliasis del cacao (*Moniliophthora roreri*). Realizaron la identificación molecular y morfológica de 234 aislados de *Trichoderma spp.*, determinaron su potencial de biocontrol in-vitro sobre *M. roreri*, y evaluaron el potencial de biocontrol en campo definitivo. La metodología incluyó análisis de las secuencias ITS, *tef1*, *rpb2* sometidas al protocolo de comparación de similitud por pares, respaldado mediante la identificación morfológica. Para la evaluación del biocontrol in-vitro, mediante un DCA, evaluaron el micoparasitismo, antibiosis y calcularon el antagonismo potencial como indicador de selección de candidatos al biocontrol eficiente de *M. roreri* a nivel de campo, donde evaluaron el efecto in-vivo de cuatro aislados, utilizando un diseño DBCA y variables epidemiológicas, rendimiento y eficacia del biocontrol. En conclusión, identificaron diecinueve especies del género *Trichoderma*, cinco de las cuales son primer reporte para el Perú y cinco especies corresponderían a nuevas especies. *T. afroharzianum* fue la especie más abundante. Los resultados observados para micoparasitismo y antibiosis contra *M. roreri* apoyan la existencia de una alta variabilidad intra e interespecífica en *Trichoderma*. Dieciocho especies tuvieron aislados con un alto potencial de antagonismo in vitro (más del 50 por ciento). Se demuestra que la evaluación in vitro del potencial de biocontrol de las cepas de *Trichoderma spp.*, incluso dentro de la misma especie, es variable y debe evaluarse integrando los niveles de micoparasitismo y antibiosis, en forma de antagonismo potencial. Finalmente, las cuatro cepas de *Trichoderma spp.* aplicadas en campo obtuvieron valores superiores en la reducción de incidencia con impacto directo en el incremento del rendimiento. Las cepas CP24-6 y F14M3, con 27 por ciento y 38 por ciento, alcanzaron los menores niveles de incidencia de FPR; además de una eficiencia del 62 por ciento.

Peláez Rivera (2021) dice en su investigación titulada "Efectos de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo en el distrito de Lamas", tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características del suelo. La metodología empleada consistió en un experimento realizado en el fundo "El Pacifico", donde se utilizó biomasa de repollo morado con dosis de 40 t.ha⁻¹ y 80 t.ha⁻¹ en cinco sistemas de cultivos hortícolas acondicionados mediante siembra directa, utilizando seis hortalizas combinadas. Se realizaron análisis físicos, químicos y biológicos del suelo antes y después del experimento. Los resultados mostraron que la aplicación de materia orgánica y los sistemas de cultivos mejoraron las características del suelo, con valores promedio más altos de capacidad de campo, agua disponible, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio en comparación con el testigo. Además, se obtuvieron los mejores promedios de biomasa microbiana del suelo y respiración basal de suelo en el tratamiento con 80 t.ha⁻¹ y asociación de hortalizas. En conclusión, la aplicación de materia orgánica y los sistemas de cultivos contribuyen al mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Nina Quispe (2020), en su tesis Gestión agroambiental de residuos sólidos agrícolas (Subproductos Orgánicos) mediante la elaboración de Bocashi e impacto de su valorización en la bioproducción de Lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP Valle de Tambo – Cocachacra, se enfocaron en la gestión de residuos sólidos agrícolas en el distrito de Cocachacra, Arequipa. Los objetivos fueron determinar la composición de Bocashi elaborado con residuos locales y su viabilidad como abono orgánico, así como su impacto en la bioproducción de Lechuga. Utilizaron una metodología experimental con diseño de bloques completos al azar, aplicando dos tipos de Bocashi (A y B) en diferentes niveles de incorporación al suelo. Concluyeron que el Bocashi tipo

A, elaborado principalmente con rastrojos de alfalfa, arroz y papa, se encontraba apto para su uso como abono orgánico. La incorporación de 12 t/ha de Bocashi tipo A favoreció la bioproducción de Lechuga, logrando un rendimiento total de 27407,4 kg/ha y mejorando las propiedades del suelo. Por lo tanto, la preparación de Bocashi a partir de residuos agrícolas orgánicos ofrece buenas probabilidades para su valorización como abono orgánico.

Jaimes Reátegui (2019), en su tesis Efectos del insecticida biológico (*Trichoderma Harzianum*) en el rendimiento de portainjertos de palto (*Persea Americana Mill*) variedad Duke y Mexicana en condiciones climáticas de vivero del Cifo-Unheval-2018, tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación del insecticida biológico *Trichoderma harzianum* en portainjertos de palto de las variedades Duke y Mexicana. La investigación se realizó en el vivero del Centro de Investigación Frutícola - Olerícola, de la Universidad Nacional "Hermilio Valdizán" localizado en la provincia de Huánuco, Perú, a 1912 msnm. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo de parcelas divididas. Se analizaron las características biométricas (altura, diámetro, número de hojas) y las características de biomasa (longitud de la raíz, peso fresco, peso seco, volumen radicular) de los portainjertos de palto mediante la prueba de ANOVA. Los resultados mostraron diferencias significativas entre la variedad Mexicana y Duke tanto en la altura como en el número de hojas. Aritméticamente, la variedad Duke con la dosis 0.40% de *Trichoderma harzianum* reportó mayor altura, longitud de la raíz, peso fresco y peso seco que el testigo, mientras que la dosis 0.30% reportó mejor resultado en el volumen de raíz que el testigo. En la variedad Mexicana, aritméticamente, la dosis 0.50% reportó mejor resultado que el testigo en el peso fresco y peso seco.

HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis general.

La aplicación combinada de Bocashi y *Trichoderma spp.* tiene un efecto positivo en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP ANTA.

3.2. Identificación de variables e indicadores

a) Variable Independiente

VI: Tipo y nivel de abono orgánico aplicado

b) Variable Dependiente

VD: Rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)

c) Variable Intermedia (Calidad del Suelo)

Variable Intermedia: Calidad del suelo

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 6
Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Unidad de medida
VI: Tipo y nivel de abono orgánico aplicado	Es el tipo y nivel de abono orgánico aplicado al suelo, específicamente Bocashi solo o combinado con <i>Trichoderma spp.</i> , influyendo directamente en el rendimiento del cultivo, al mejorar las condiciones edáficas y potenciar el desarrollo vegetal (Luna Barreda, 2014).	Aplicación controlada de Bocashi con dosis específicas (4, 8, 12 t/ha), con o sin 4kg/ha ⁻¹ de <i>Trichoderma spp.</i> , en parcelas experimentales.	Tipo de abono	Presencia de <i>Trichoderma spp.</i>	Diseño experimental	sin / con <i>Trichoderma spp.</i>
			Nivel de incorporación	Dosis de Bocashi	Registro técnico	t/ha
VD: Rendimiento del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	El rendimiento del cultivo de lechuga se expresa en el prendimiento, crecimiento vegetativo, desarrollo radicular y producción final, reflejando la respuesta del cultivo al manejo y tipo de fertilización aplicada. Esta expresión productiva permite estimar su impacto en la rentabilidad del sistema (Pezo Rios, 2020).	Medición cuantitativa directa de parámetros agronómicos evaluados en el IESTP ANTA.	Establecimiento	Prendimiento de plantas	Conteo manual	%
			Crecimiento vegetativo	Altura de planta (25, 40, 55, 68 días)	Cinta métrica	cm.
			Desarrollo radicular	Longitud de raíz	Regla milimetrada	cm.
			Producción	Peso promedio por planta	Balanza digital	gr.
			Rentabilidad económica	Relación B/C	Ficha económica	Escala
Variable Intermedia : Calidad del suelo	La calidad del suelo depende de sus propiedades físicas y químicas, las cuales determinan su capacidad para sostener cultivos de manera eficiente y sostenible (Rodríguez-Delgado et al., 2025).	Análisis físico y químico del suelo antes y después de aplicar Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i>	Físicas	Textura (arena, limo, arcilla)	Análisis mecánico	%
				Conductividad eléctrica (C.E.)	Análisis químico	mmhos/ cm
				pH del suelo	Análisis químico	pH (unid)
			Químicas	Materia orgánica (MO)	Análisis químico	%
				Nitrógeno total	Análisis químico	%
				Fósforo disponible (P ₂ O ₅)	Análisis químico	ppm
				Potasio disponible (K ₂ O)	Análisis químico	ppm

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. **Ámbito de estudio: localización política y geográfica**

El trabajo experimental fue ejecutado en las instalaciones del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público ANTA.

4.1.1. **Ubicación**

El área de estudio está ubicada en el sector la Huaylla, perteneciente a la Comunidad Campesina de San Nicolás de Bari, del Distrito de Zurite.

4.1.1.1. **Ubicación Política**

Región : Cusco

Provincia : Anta

Distrito : Zurite

Comunidad Campesina: San Nicolas de Bari.

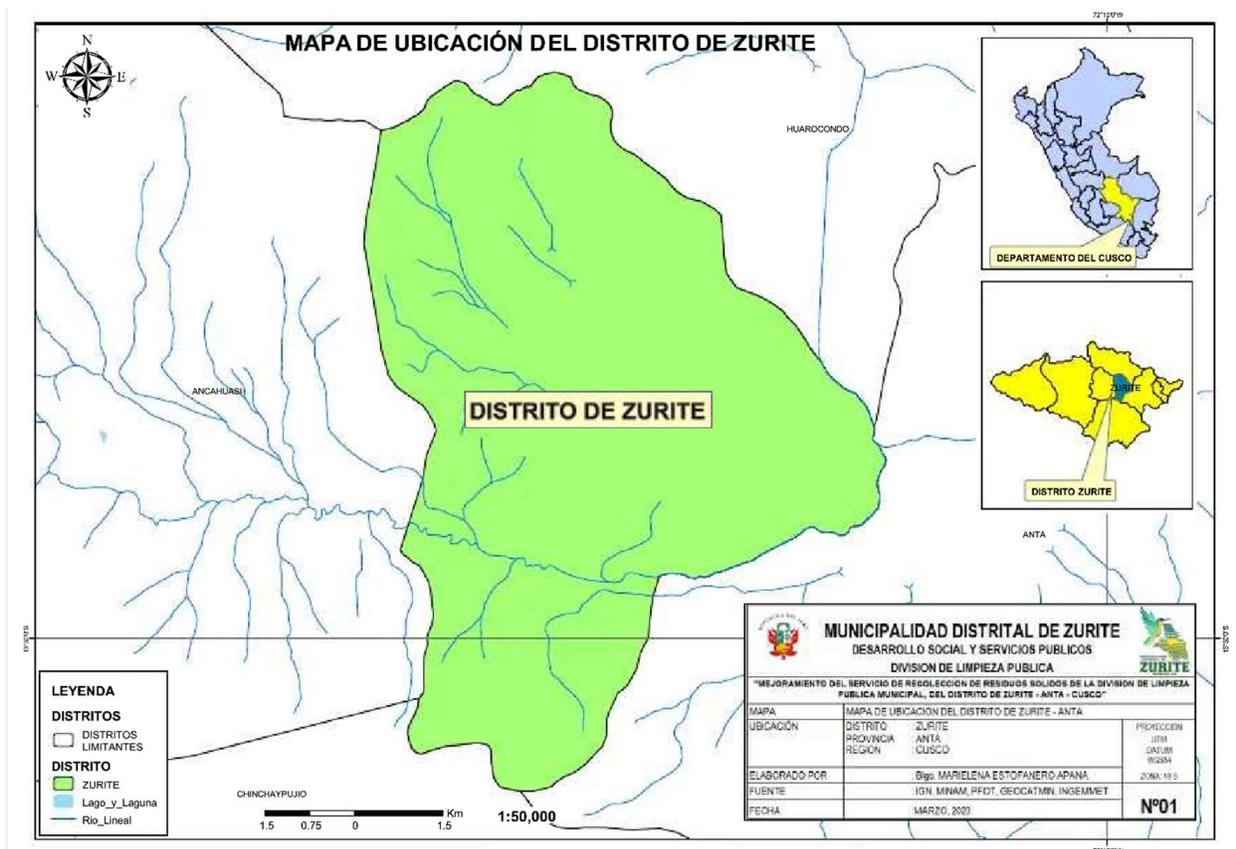
Lugar de ubicación: Sector La Huaylla.

4.1.1.2. **Ubicación geográfica**

El Instituto de Educación Superior Tecnológico Público ANTA se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 13°27' Latitud Sur y 72°14' Longitud Oeste, a una altitud de 3,391msnm. Esta ubicación pertenece al sector La Huaylla, dentro de la Comunidad Campesina de San Nicolás de Bari, en el distrito de Zurite, provincia de Anta, región Cusco, Perú. Esta área se caracteriza por un clima templado frío, con estaciones de lluvias concentradas entre los meses de noviembre a marzo.

Figura 1

Mapa de ubicación del Distrito de Zurite



Fuente: Municipalidad Distrital de Zurite

4.1.1.3. Historial del área experimental

El terreno donde se realizó el estudio ha sido utilizado para la agricultura de forma continua en los últimos años. la Tabla 7 muestra el Historial de cultivos:

Tabla 7

Historial de cultivos

Período	Cultivo
Septiembre 2021 – abril 2022	Maíz
Septiembre 2022 – abril 2023	Maíz
Septiembre 2023 – abril 2024	Papa

Fuente: Elaboración propia

4.2. Materiales y Equipos

4.2.1. *Material experimental*

- Plántulas de Lechuga Variedad Waldman's Green (Lechuga Crespa), fueron adquiridas del vivero de un agricultor de la localidad de Zurite – Anta - Cusco,
- Un inoculante y biofertilizante basado en cepas de *Trichoderma harzianum*, *T. viride* y *T. asperellum*, se presenta en formato de polvo mojable (WP) con una concentración superior a 1.5×10^{10} conidios por gramo. Este bioinsumo agrícola, formulado por PBA Productos Biológicos para la Agricultura, está diseñado para mejorar la salud del suelo y promover el crecimiento sostenible de los cultivos.
- Bocashi elaborado.

4.2.2. *Materiales de campo*

- Guantes
- Barbijo
- Botas
- Bolsas de papel
- Cinta métrica
- Wincha
- Saquillos de arpillera
- Jarra medidora de 500ml
- Plástico doble oscuro para cubrir la pila de Bocashi
- Señales (tratamientos de *Lactuca sativa*)
- Hilo nylon y estacas de madera
- Yeso para marcar el terreno
- Malla raschel 90%
- Alambre galvanizado
- Regadera.
- Caja de plástico

4.2.3. *Materiales de oficina*

- Libreta de campo
- Computadora
- Software: InfoStat
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Papel bond
- Lápiz
- Lapiceros
- Borrador
- Tarjador
- Engrapador
- Plumón indeleble

4.2.4. *Equipos*

- Balanza de precisión
- Balanza analítica
- Regla graduada con vernier (pie de rey)
- Termómetro
- Mochila asperjadora.

4.2.5. *herramientas*

- Pico
- Pala
- Rastrillos
- Zaranda
- Carretilla
- Navaja de cosecha

4.3. Tipo y nivel de investigación

4.3.1. Tipo de investigación

Este estudio utilizó un diseño aplicado experimental, buscando resolver problemas concretos en la producción agrícola. Según Hernández Sampieri et al. (2014), la investigación aplicada genera conocimientos prácticos que pueden ser utilizados inmediatamente en situaciones específicas. Por otro lado, Bernal Torres (2010) define la investigación experimental como aquella donde se manipulan ciertas variables para evaluar directamente su impacto en otras.

En el presente trabajo de investigación, se manipularon dos factores: el tipo de abono (Bocashi con y sin *Trichoderma spp.*) y su nivel de incorporación en el suelo. El objetivo fue medir claramente su efecto en variables como altura, peso y calidad del cultivo de lechuga, obteniendo resultados aplicables para mejorar la producción agrícola en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Anta (IESTP ANTA) durante el año 2024.

4.3.2. Nivel de Investigación.

La investigación experimental se define como aquella en la que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes para observar sus efectos en variables dependientes, bajo condiciones controladas que permitan establecer relaciones de causa y efecto (Bernal Torres, 2010). Según Hernández Sampieri et al. (2014), la investigación aplicada busca resolver problemas reales utilizando el conocimiento científico para adaptarlo a contextos específicos. El presente trabajo se enmarca en una investigación aplicada y experimental porque no solo se orienta a generar conocimiento sino también a proveer soluciones prácticas en el ámbito agronómico.

En esta investigación se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3×2 , orientado a evaluar el efecto combinado de dos factores: tres niveles de

incorporación de Bocashi (4, 8 y 12 t·ha⁻¹) y dos modalidades de aplicación (Bocashi sin inoculación y Bocashi inoculado con *Trichoderma spp.*). Adicionalmente, se consideró un tratamiento testigo absoluto, sin aplicación de insumos orgánicos, completando un total de siete tratamientos experimentales. Cada tratamiento fue replicado en tres bloques, distribuidos aleatoriamente en el campo, sumando 21 unidades experimentales. Esta estrategia metodológica permitió reducir la influencia de la heterogeneidad del terreno y garantizar la rigurosidad estadística de los resultados.

El diseño DBCA fue elegido debido a las condiciones heterogéneas del campo de cultivo, propias de ambientes naturales. Esta estrategia permite que las unidades experimentales con características similares se agrupen dentro de cada bloque, lo que mejora la homogeneidad interna y reduce los errores experimentales, incrementando así la precisión en la comparación entre tratamientos. Tal como sostiene Montgomery (2017), el DBCA fortalece la validez estadística al controlar los efectos de factores no medidos como la textura del suelo o microclimas del terreno.

Tabla 8

Tratamientos de la investigación.

Número de Tratamientos	Código de identificación	Descripción
T1	B4	Bocashi a nivel de 4 t·ha ⁻¹ sin <i>Trichoderma spp.</i>
T2	B8	Bocashi a nivel de 8 t·ha ⁻¹ sin <i>Trichoderma spp.</i>
T3	B12	Bocashi a nivel de 12 t·ha ⁻¹ sin <i>Trichoderma spp.</i>
T4	BT4	Bocashi a nivel de 4 t·ha ⁻¹ en combinación con 4 kg·ha ⁻¹ de <i>Trichoderma spp.</i>
T5	BT8	Bocashi a nivel de 8 t·ha ⁻¹ en combinación con 4 kg·ha ⁻¹ de <i>Trichoderma spp.</i>
T6	BT12	Bocashi a nivel de 12 t·ha ⁻¹ en combinación con 4 kg·ha ⁻¹ de <i>Trichoderma spp.</i>
T7	TES	Testigo absoluto (sin Bocashi ni <i>Trichoderma spp.</i>)

Fuente. se consideraron los aportes de Sarmiento Sarmiento et al. (2019) sobre la eficacia de niveles crecientes de Bocashi (4, 8 y 12 t·ha⁻¹), y la dosificación de 120 g de *Trichoderma spp.*/20 L de agua (4 kg·ha⁻¹) propuesta por Gutiérrez Albán & Galeas Míguez (2014).

4.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis en este estudio es la población de plantas de lechuga (*Lactuca sativa*), a partir de la cual se recogieron los datos necesarios para evaluar el impacto del Bocashi y *Trichoderma spp.* en el cultivo de lechuga. Estas variables permitieron analizar de manera precisa el crecimiento y rendimiento del cultivo en las condiciones experimentales del IESTP ANTA en 2024.

4.5. Población de estudio

La población estudiada estuvo conformada por un total de 525 plantas de lechuga (*Lactuca sativa*), distribuidas en 21 unidades experimentales correspondientes a los diferentes tratamientos aplicados. Cada unidad experimental consistió en 25 plantas, lo que permitió obtener datos detallados y precisos sobre el efecto del Bocashi y *Trichoderma spp.* en el desarrollo y rendimiento del cultivo. Esta distribución facilitó un análisis adecuado para obtener resultados.

4.6. Tamaño de muestra

Se consideró una muestra de 189 plantas de Lechuga seleccionadas mediante el método de muestreo estratificado simple. Cada unidad experimental estuvo conformada por un total de 09 plantas, seleccionadas de acuerdo con los criterios establecidos en el diseño experimental.

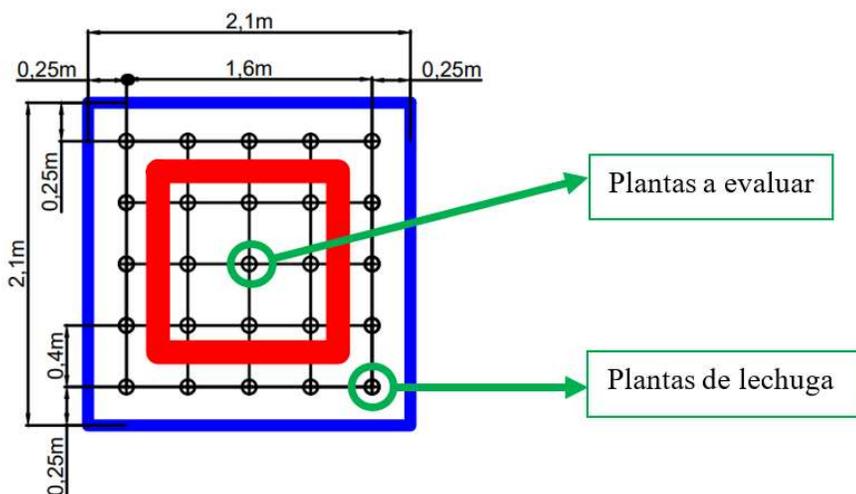
4.7. Técnicas de selección de muestra

En los estudios experimentales del ámbito agronómico, la correcta selección de la muestra constituye un aspecto clave para asegurar la confiabilidad de los datos obtenidos. Tal como señalan Gomez y Gomez (1984) y (Montgomery, 2013), uno de los criterios fundamentales en ensayos de campo es evitar el efecto de borde, debido a que las plantas ubicadas en los extremos suelen estar expuestas a condiciones diferentes que podrían alterar los resultados.

Considerando este fundamento metodológico, la presente investigación empleó la técnica de muestreo estratificado simple, la cual consiste en dividir la población en grupos homogéneos y seleccionar aleatoriamente una muestra dentro de cada grupo. En este caso, cada unidad experimental fue considerada como un estrato, del cual se seleccionaron exclusivamente las nueve plantas ubicadas en el centro. Esta elección permitió definir un área útil de evaluación más precisa y homogénea, reduciendo la variabilidad atribuible a los márgenes de las parcelas.

Figura 2

Esquema de Distribución y Evaluación de Plantas de Lechuga en el Ensayo de Campo



Fuente. Elaboración propia

4.8. Técnicas de recolección de la información

La investigación se condujo bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones, evaluando el efecto de Bocashi con y sin inoculación de *Trichoderma spp.* en dosis de 4, 8 y 12 t·ha⁻¹. El abono fue incorporado al suelo antes del trasplante, y se usó una variedad cresa de lechuga (Waldman's Green) adaptada a la zona. La aplicación del riego se realizó manualmente mediante sistema tradicional por gravedad, ajustado a las necesidades del cultivo. La conducción incluyó labores de preparación del terreno, aporque,

desmalezado, abonamiento orgánico previo, y un manejo fitosanitario preventivo, siguiendo una secuencia agronómica estandarizada.

4.8.1. Procedimiento

a) Elaboración del Bocashi

Se inicio con la recolección de residuos sólidos agrícolas necesarios para la elaboración de bocashi.

Insumos:

- 30 kg en total de rastrojos secos y picados de alfalfa (25%), cebada (25%) Maíz (25%) y papa (25%).
- 42 kg de en total estiércol de bobino (75%) y cuy (25%).
- 20 kg de tierra agrícola.
- 2.5 kg de Ceniza.
- 4.3 kg de afrecho.
- 200 gr. de levadura para panificación.
- 1kg de Azúcar rubia.
- Agua sin clorar según necesidades.

Fuente: elaboración propia

b) Preparación del Bocashi

- El proceso de preparación del Bocashi se inició el 24 de mayo de 2024.
- La mezcla de los insumos se realizó sobre un suelo compacto para facilitar una distribución uniforme de los materiales y garantizar un proceso de volteo adecuado.
- Los rastrojos y el estiércol fueron incorporados en capas ordenadas, cuidando que la altura total de la mezcla no excediera los 60 cm.
- Durante el proceso de mezcla, se añadió la melaza de manera gradual, garantizando su distribución homogénea en toda la masa.

- La levadura de panificación y la ceniza se espolvorearon sobre la mezcla en las cantidades estipuladas.
- Se aplicó agua sin cloro diariamente, ajustando la cantidad de acuerdo con la capacidad de campo, para mantener un nivel de humedad adecuado que favoreciera la fermentación.

Condiciones de preparación:

- La preparación del Bocashi se realizó bajo techo para evitar la exposición directa a los rayos solares, protegiendo los microorganismos beneficiosos involucrados en la fermentación, y se utilizó un plástico oscuro para cubrir la pila, lo que aceleró el proceso mediante la fermentación aeróbica y anaeróbica.

Frecuencia de volteo:

- Durante los primeros 15 días, la mezcla fue volteada dos veces al día, en la mañana y en la tarde, utilizando una pala.
- Posteriormente, durante los siguientes 15 días, el volteo se realizó de manera Inter diaria para garantizar una adecuada aireación.

Control:

- Se mantuvo un control de la humedad y la temperatura la que no excedió de 45°C, durante todo el proceso.
- La finalización del proceso se determinó cuando el Bocashi alcanzó una estabilidad adecuada en términos de temperatura y olor, indicadores de la culminación del proceso de descomposición orgánica
- La finalización de este proceso fue el 23 de junio de 2024, momento en el cual se determinó que la mezcla había logrado una estabilidad óptima en cuanto a

temperatura y olor, indicadores claros de la culminación de la descomposición orgánica y de la producción de un Bocashi.

c) Envío de Muestra al Laboratorio:

Se envió una muestra de 1 kg de Bocashi al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, en el Centro de Investigación de Suelos y Abonos (CISA), con el fin de determinar sus características físico-químicas.

4.8.2. Conducción de la investigación

a) Elección del terreno

Se seleccionó el terreno del Instituto en el área denominada "El Potrero E" por su accesibilidad y sus características favorables para el desarrollo del experimento. Además, cuenta con disponibilidad de agua.

b) Muestreo y análisis del suelo

Para contar con una referencia clara sobre las condiciones iniciales del terreno donde se llevó a cabo el experimento, se realizó un muestreo de suelo siguiendo un recorrido en zigzag a lo largo del área evaluada. Esta metodología permitió obtener una muestra representativa, recogiendo pequeñas cantidades de suelo de distintos puntos del lote.

Una vez recolectadas, las submuestras fueron mezcladas cuidadosamente hasta conformar una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg, la cual fue debidamente rotulada y enviada al Laboratorio de Suelos del Centro de Investigación de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (CISA-UNSAAC).

En dicho laboratorio se llevó a cabo el análisis físico y químico del suelo, como parte del diagnóstico previo al desarrollo del cultivo. Los resultados obtenidos no se incluyen en esta

sección, ya que forman parte del capítulo V, donde se analizan e interpretan en el marco de los objetivos planteados por esta tesis.

c) Riego de machaco

Se realizó mediante la inundación en el terreno para eliminar las larvas y huevos de los insectos, se llegó a alcanzar la humedad adecuada para preparar el terreno. 14 de junio del 2024

d) Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 24 de junio de 2024, aprovechando una humedad adecuada del suelo. Se emplearon herramientas manuales y tractor agrícola para remover y nivelar la tierra, garantizando un entorno favorable para el establecimiento inicial y desarrollo uniforme de las plántulas.

e) Trazado del campo experimental

Una vez que se preparó el terreno mediante el uso de herramientas manuales, se procederá a marcar los límites del área experimental mediante el uso de estacas y una wincha de 50 metros, así como también dividirá la parcela en bloques, unidades experimentales y calles para poder llevar a cabo el diseño experimental adecuadamente.

f) Aplicación del Bocashi y *Trichoderma spp.* al suelo

Las dosis de abonamiento asignadas a cada tratamiento se incorporaron al suelo el 24 de junio, cuando el terreno presentaba adecuada capacidad de campo, permitiendo una integración efectiva del Bocashi y *Trichoderma spp.* Esta acción anticipada fortaleció el sustrato, generando condiciones favorables para un óptimo establecimiento inicial del cultivo de lechuga.

g) Adquisición y trasplante de plántulas

Adquisición de plántulas

Las plántulas de lechuga, Variedad Waldman's Green (Lechuga Crespa), fueron adquiridas localmente en la zona de estudio, con una edad aproximada de 30 días al momento de la compra. Este criterio de selección consideró tanto la adaptación de las plántulas al entorno como su estado de desarrollo óptimo para asegurar un adecuado establecimiento en el suelo experimental.

Trasplante de plántulas

El 1 de julio se incorporaron al suelo las dosis correspondientes de Bocashi y *Trichoderma spp.*, según cada tratamiento, previo al trasplante de lechuga variedad Waldman's Green. Esta acción anticipada permitió acondicionar el sustrato y favorecer el enraizamiento y desarrollo inicial del cultivo en condiciones óptimas.

h) Labores culturales

Riego:

Luego del trasplante, se realizó un riego abundante con regadera manual para facilitar la adaptación de las plántulas al suelo y promover un buen enraizamiento. Posteriormente, se mantuvo un riego semanal durante los 68 días del ciclo, asegurando condiciones hídricas estables que favorecieron el crecimiento uniforme del cultivo de lechuga.

Desmalezado:

El desmalezado se realizó de forma manual y semanal junto con el riego, con el objetivo de controlar la presencia de malezas que pudieran competir con la lechuga por nutrientes, agua y luz. Esta labor se ejecutó con cuidado para no afectar las raíces superficiales del cultivo y asegurar un desarrollo saludable.

Aporque:

A los 30 días después del trasplante se realizó el aporque de las plantas, elevando suavemente el suelo alrededor de su base para favorecer su anclaje y fortalecer el desarrollo radicular. Esta práctica no solo mejoró la estabilidad estructural del cultivo, sino que también permitió reducir el contacto de las hojas con el suelo, minimizando el riesgo de enfermedades por humedad. Su aplicación estratégica aportó significativamente al crecimiento vigoroso y sostenido de la lechuga.

Cosecha:

Buscando asegurar la calidad y madurez comercial del cultivo, se llevó a cabo la cosecha el 06 de septiembre, a los 68 días después del trasplante, momento en que las lechugas presentaban un desarrollo óptimo. El corte se realizó cuidadosamente con navajas, al ras del cuello de la planta y evitando el contacto con el suelo, utilizando cajas plásticas limpias para preservar su estado. Se procuró no dañar las plantas vecinas, garantizando una recolección ordenada. Para registrar su desarrollo final, la altura de cada planta fue medida desde la base del sustrato hasta el extremo de las hojas.

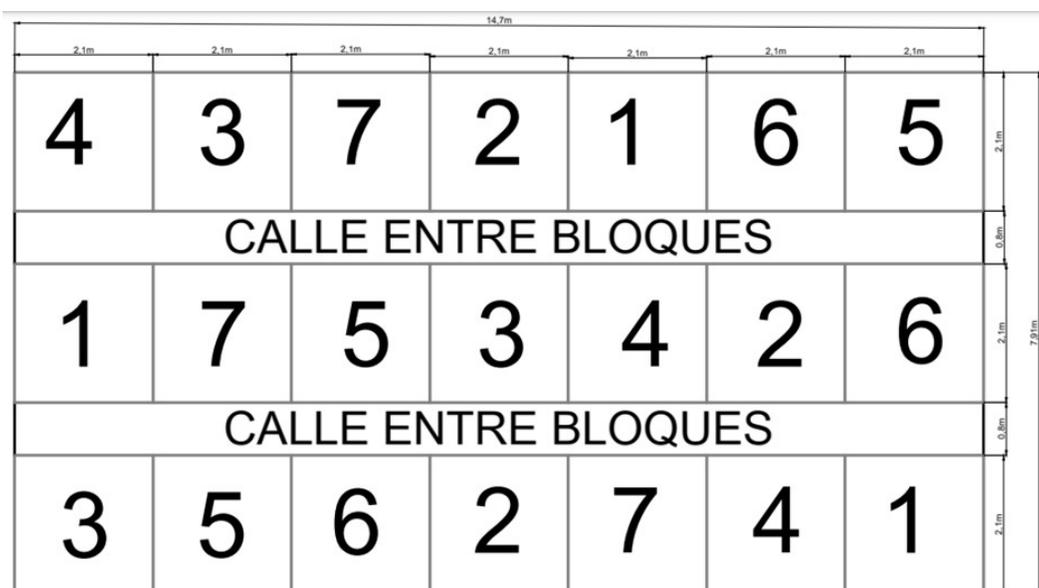
i) Consideraciones para el análisis económico

Se realizó un análisis económico enfocado en aquellos tratamientos que demostraron una mayor producción de lechuga. Esta valoración permitió no solo identificar el rendimiento físico, sino también estimar su impacto económico, considerando la rentabilidad y la relación beneficio/costo como indicadores clave. Para ello, se asumió un precio de venta diferenciado por planta, en función del peso promedio obtenido y del comportamiento del mercado. Esta aproximación buscó acercarse a un escenario real, en el que la productividad también dialogue con la viabilidad financiera de cada alternativa.

4.8.3. Croquis de distribución de Tratamientos

Figura 3

Distribución de Tratamientos y Bloques con Calles Entre Parcelas en el Ensayo Experimental



Fuente: Elaboración propia

La Figura 3 representa el croquis de distribución de tratamientos y bloques utilizados en el ensayo experimental de la tesis “Efecto del Bocashi y Trichoderma spp. en el cultivo de lechuga en el IESTP Anta 2024”. Se observa un diseño de bloques completamente al azar, organizado en tres repeticiones separadas por calles técnicas para garantizar independencia entre parcelas. La disposición numérica responde al orden aleatorio de los siete tratamientos, permitiendo una evaluación objetiva del efecto de los bioinsumos sobre las variables agronómicas del cultivo. Esta estructura asegura condiciones homogéneas y controladas para la recolección precisa de datos experimentales.

4.8.4. Tratamientos en estudio:

Tabla 9

Procedimiento de aplicación de los tratamientos en el experimento

N° Tratamiento	Código	Descripción del tratamiento
T1	B4	Aplicación de 1.8 kg de Bocashi sin inoculación de <i>Trichoderma spp.</i> por parcela, en capacidad de campo, una semana antes del trasplante. Tratamiento replicado tres veces.
T2	B8	Aplicación de 3.6 kg de Bocashi sin inoculación de <i>Trichoderma spp.</i> por parcela, en capacidad de campo, una semana antes del trasplante. Tratamiento replicado tres veces.
T3	B12	Aplicación de 5.4 kg de Bocashi sin inoculación de <i>Trichoderma spp.</i> por parcela, en capacidad de campo, una semana antes del trasplante. Tratamiento replicado tres veces.
T4	BT4	Aplicación de 1.8 kg de Bocashi con 1.8 g de <i>Trichoderma spp.</i> por parcela, en capacidad de campo, una semana antes del trasplante. Tratamiento replicado tres veces.
T5	BT8	Aplicación de 3.6 kg de Bocashi con 1.8 g de <i>Trichoderma spp.</i> por parcela, en capacidad de campo, una semana antes del trasplante. Tratamiento replicado tres veces.
T6	BT12	Aplicación de 5.4 kg de Bocashi con 1.8 g de <i>Trichoderma spp.</i> por parcela, en capacidad de campo, una semana antes del trasplante. Tratamiento replicado tres veces.
T7	TES	Testigo absoluto: sin aplicación de Bocashi ni <i>Trichoderma spp.</i> . Tratamiento replicado tres veces.

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10 muestra, de manera ordenada, los tratamientos considerados en la presente investigación, los cuales combinan distintos niveles de Bocashi con o sin *Trichoderma spp.* Este registro no solo sintetiza el diseño experimental aplicado, sino que permite entender el enfoque comparativo adoptado para evaluar su efecto agronómico.

4.8.5. *Características del experimento*

- Repeticiones: 03
- Tratamientos: 07
- Unidades experimentales: 21
- Área de la unidad experimental: (2.1 m. x 2.1 m.) 4.5 m²
- Distancia de plantas e hileras: 0.40 m.
- Numero de plantas por parcela (unidad experimental): 25 plantas
- Número de plantas netas a evaluar: 9 plantas
- Número total de plantas en el experimento: 525 plantas
- Distanciamiento entre caminos o calles: 0.50 m.
- Distanciamiento entre repeticiones: 0.80 m.
- Área del total del experimento: 106 m²

4.8.6. *Recolección de datos*

En la presente investigación se evaluó:

- **Porcentaje de prendimiento:** cantidad de plántulas prendidas en cada tratamiento a los 10 días después del trasplante.
- **Altura de la planta:** se midió la altura de las plantas desde la base del sustrato hasta el ápice superior de las hojas a los 25, 40 y 55 días después del trasplante y al momento de la cosecha que fue a los 68 días.
- **Peso a la Cosecha:** se realizó a los 68 días después del trasplante, de 9 plantas de cada tratamiento o parcela experimental.
- **Propiedades físico-químicas del tratamiento y/o tratamientos donde se obtuviera los mejores resultados en producción de Lechuga:** Se envió muestras al laboratorio, para determinar: C.E. (mmhos/cm), pH, % Carbono, % M. O., % N. Total, P₂O₅ (ppm), K₂O (ppm).

- **Análisis económico:** El análisis económico se realizó por tratamiento y/o tratamientos con mayor producción de Lechuga.

4.9. Técnicas de análisis e interpretación de la información

Prueba ANOVA de un factor, con la finalidad de evaluar el efecto de los tratamientos sobre las principales variables agronómicas del cultivo de lechuga. Esta prueba permitió determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados, considerando un solo factor experimental: el tipo y dosis de abono.

El análisis se desarrolló bajo un diseño de bloques completamente al azar (BCA), y se complementó con la prueba de comparación de medias de Tukey al nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), a fin de identificar cuáles tratamientos generaron respuestas significativamente distintas en el desarrollo del cultivo.

4.10. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas

- Para demostrar la validez de las hipótesis planteadas en esta investigación, se recurrió a un análisis de varianza (ANOVA de un factor), considerando como único factor experimental los tratamientos orgánicos aplicados. Esta técnica estadística fue crucial para determinar con objetividad si existían diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, permitiendo así sustentar científicamente los efectos del Bocashi y el *Trichoderma spp.* sobre el cultivo de lechuga. La aplicación del diseño de bloques completamente al azar (BCA) fortaleció la rigurosidad del estudio, minimizando la influencia de la variabilidad ambiental.
- Como complemento, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, lo que permitió realizar comparaciones precisas entre tratamientos y establecer cuáles generaron respuestas

diferenciadas con respaldo estadístico. Esta etapa fue determinante para identificar con claridad el comportamiento agronómico del cultivo frente a cada insumo, y afianzar con evidencia numérica las conclusiones alcanzadas.

- El procesamiento de los datos se realizó con el software especializado InfoStat, lo que garantizó confiabilidad y precisión en la interpretación de los resultados. Gracias a este análisis, se pudo comprobar o rechazar de forma sólida las hipótesis formuladas, aportando resultados verificables y técnicamente sustentados. En conjunto, esta estrategia estadística le otorga validez científica y credibilidad académica a los hallazgos del estudio, elevando su pertinencia en el campo de la agroecología aplicada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados relacionados con los objetivos

1.1. Determinación del efecto del Bocashi y *Trichoderma spp.* en el rendimiento del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP ANTA.

1.1.1. *Evaluar la combinación de Bocashi y Trichoderma spp. que genera el mayor rendimiento agronómico en lechuga (Lactuca sativa) en el IESTP ANTA.*

1.1.1.1. Porcentaje de prendimiento de planta a los 10 días

Tabla 10

Recolección de información de planta a los 10 días

Tratamiento	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Suma	Promedio
B4	21	22	18	61	20.33
B8	20	21	23	64	21.33
B12	19	20	20	59	19.67
BT4	18	23	21	62	20.67
BT8	19	21	21	61	20.33
BT12	21	19	22	62	20.67
TES	18	22	23	63	21.00

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos del prendimiento de las plantas de lechuga a los 10 días del trasplante, según el número de plantas prendidas por tratamiento y por bloque. Aunque el diseño experimental recomienda evaluar solo 9 plantas por unidad para mantener la rigurosidad estadística, en este caso se decidió registrar las 25 plantas establecidas por tratamiento, ya que el prendimiento es un indicador fundamental que define el éxito inicial del cultivo. Esta información no busca comparar tratamientos, sino ofrecer una base confiable del comportamiento fisiológico en esta etapa clave.

La decisión de considerar todas las plantas trasplantadas responde a la necesidad de capturar la mayor cantidad de evidencia posible sobre esta primera fase, especialmente por tratarse de un momento crítico para el establecimiento del cultivo. Los datos consignados en la tabla y desarrollados en los anexos permiten tener un panorama real y completo de lo que ocurrió en el campo, y sirven como punto de partida para los análisis posteriores. Al final, este registro más amplio da mayor solidez a las conclusiones que se obtienen del análisis estadístico.

Tabla 11

Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento a los 10 días después del trasplante

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.86	8	2.36	0.83	0.5967
Tratamiento	5.14	6	0.86	0.3	0.9251
Repeticiones	13.71	2	6.86	2.4	0.1328
Error	34.29	12	2.86		
Total	53.14	20			

Nota: CV% = 8.22, \bar{X} = 20.57

La Tabla 11 muestra que, a los diez días del trasplante, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de prendimiento entre los tratamientos evaluados ($p = 0.9251$), lo que indica una respuesta homogénea de las plántulas. Este comportamiento sugiere que las condiciones de siembra, como la preparación del sustrato y el riego, fueron apropiadas para asegurar el establecimiento inicial, sin importar el tipo de abono aplicado.

Coincidentemente, estudios como el de Nina Quispe (2020) también reportan uniformidad en esta etapa cuando se emplea Bocashi, observando diferencias recién en fases más avanzadas del cultivo. En el presente ensayo, el promedio general de prendimiento fue de 20.57 plantas por tratamiento, con un coeficiente de variación de 8.22%, lo que respalda la fiabilidad y uniformidad de los datos recogidos.

Tabla 12

Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=4.83031, Alfa=0.01 DMS=6.16789

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Significación 5%	Significación 1%
B8	21.33	3	0.98	A	A
TES	21.00	3	0.98	A	A
BT4	20.67	3	0.98	A	A
BT12	20.67	3	0.98	A	A
BT8	20.33	3	0.98	A	A
B4	20.33	3	0.98	A	A
B12	19.67	3	0.98	A	A

En la Tabla 12 se observa que todos los tratamientos comparten la misma letra, lo que indica que no existen diferencias significativas ni al 95% ($p > 0.05$) ni al 99% ($p > 0.01$) de confianza. Esto significa que, estadísticamente, el prendimiento de las plantas fue muy similar en todos los casos, sin que un tratamiento se destaque sobre otro. En resumen, bajo estos niveles de rigurosidad, todos los abonos evaluados favorecieron el prendimiento de forma comparable.

1.1.1.2. Altura de la planta a los 25, 40 y 55 días

Para monitorear el crecimiento de las plantas de lechuga, se registró su altura a los 25, 40 y 55 días después del trasplante, midiendo desde la base hasta el extremo superior de las hojas con una cinta métrica. Esta evaluación se realizó sobre las 9 plantas seleccionadas por tratamiento, siguiendo los criterios establecidos en el diseño experimental. Los datos recopilados sirvieron como base para analizar el desarrollo vegetativo a lo largo del tiempo y comparar la influencia de los tratamientos aplicados en cada etapa. Los cuadros detallados de recolección se presentan en los anexos para mayor transparencia del proceso.

Tabla 13*Recolección de información de la planta a los 25, 40 y 55 días*

Día	Tratamiento	Tamaño			Promedio
		bloque 1	bloque 2	bloque 3	
25	B4	11.39	12.11	11.06	11.52
	B8	11.48	11.44	11.72	11.55
	B12	11.49	12.00	11.50	11.66
	BT4	11.51	12.28	11.89	11.89
	BT8	12.00	12.33	12.00	12.11
	BT12	12.33	12.78	12.06	12.39
	TES	11.40	11.78	11.28	11.49
40	B4	15.06	15.17	14.39	14.87
	B8	14.97	15.07	15.06	15.03
	B12	14.72	15.36	14.97	15.02
	BT4	15.17	15.64	15.06	15.29
	BT8	15.00	15.82	15.44	15.42
	BT12	15.39	16.16	15.78	15.78
	TES	14.76	15.06	14.72	14.85
55	B4	18.39	18.33	17.50	18.07
	B8	18.49	18.44	17.94	18.29
	B12	18.44	18.50	17.83	18.26
	BT4	18.11	18.61	18.06	18.26
	BT8	18.50	19.00	18.22	18.57
	BT12	19.03	19.09	18.72	18.95
	TES	18.50	18.33	17.33	18.05

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 13 presenta un resumen de los promedios por bloque y el promedio general de cada tratamiento evaluado a los 25, 40 y 55 días. Esta información permite visualizar de manera ordenada y comparativa los valores registrados en campo sin necesidad de detallar cada dato individual. Los resultados completos se encuentran desarrollados en los anexos, lo que garantiza la trazabilidad y respaldo de la información. Esta tabla sirve como apoyo visual para facilitar la comprensión del comportamiento de los tratamientos en el tiempo.

a) Altura de planta a los 25 días después del trasplante

Tabla 14

Análisis de varianza del tamaño de planta los 25 días después del trasplante

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.09	8	0.39	7.63	0.0011
Tratamiento	2.14	6	0.36	7.03	0.0022
Repeticiones	0.95	2	0.48	9.42	0.0035
Error	0.61	12	0.05		
Total	3.7	20			

Nota: CV%=1.91, \bar{x} = 11.80. Datos en base a los datos de la tabla 14

La Tabla 14 evidencia que el tamaño de planta a los 25 días después del trasplante presentó diferencias notorias entre tratamientos. Algunos lograron estimular un mayor desarrollo foliar, lo que sugiere que la combinación de Bocashi y *Trichoderma spp.* favoreció el crecimiento vegetativo de la lechuga. Este efecto podría explicarse por una mayor disponibilidad de nutrientes y una mejor interacción entre raíces y microbiota benéfica en el suelo, permitiendo una respuesta más activa del cultivo durante su fase de establecimiento.

Con un promedio general de 11.80 cm y un coeficiente de variación de apenas 1.91%, los datos muestran alta uniformidad y confiabilidad. Estos resultados se alinean con lo reportado por Leiva Espinoza (2022), quien demostró que ciertas cepas de *Trichoderma spp.* promueven el desarrollo de las plantas mediante la estimulación de fitohormonas y la mejora en la absorción de nutrientes. Esto refuerza el valor agronómico del manejo combinado con abonos orgánicos, especialmente en cultivos de hoja como la lechuga.

Tabla 15

Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.64317, Alfa=0.01 DMS=0.82127

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Significación 5%		Significación 1%	
BT12	12.39	3	0.13	A		A	
BT8	12.11	3	0.13	A	B	A	B
BT4	11.89	3	0.13	A	B	A	B
B12	11.66	3	0.13		B	A	B
B8	11.55	3	0.13		B		B
B4	11.52	3	0.13		B		B
TES	11.49	3	0.13		B		B

La Tabla 15 revela que, al 95% de confianza, los tratamientos BT12, BT8 y BT4 sobresalieron en altura de planta, agrupándose con la letra "A", lo que sugiere una mejor respuesta inicial del cultivo. Al 99% de confianza, sin embargo, solo BT12 mantuvo esa diferencia significativa frente al resto, destacando como el más eficiente. Esta diferencia más estricta reafirma que BT12 fue el tratamiento más favorable en condiciones controladas.

b) Altura de planta a los 40 días

Tabla 16

Análisis de varianza del tamaño de la planta a los 40 días después del trasplante

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.92	8	0.37	7.6	0.0011
Tratamiento	2.04	6	0.34	7.06	0.0021
Repeticiones	0.89	2	0.44	9.22	0.0038
Error	0.58	12	0.05		
Total	3.5	20			

Nota: CV% = 1.44, \bar{x} = 15.18

La Tabla 16 permite apreciar que, al cumplirse los 40 días desde el trasplante, el tamaño de planta presentó variaciones notables entre los tratamientos evaluados, con un crecimiento más marcado en aquellos que integraron Bocashi y *Trichoderma spp.* Este resultado sugiere que, hacia etapas más avanzadas del cultivo, las condiciones edáficas mejoradas por estos insumos orgánicos

favorecieron una mayor expansión radicular y una mejor capacidad fotosintética, contribuyendo así a un desarrollo vegetativo sostenido y vigoroso.

Con un promedio general de 15.18 cm y un coeficiente de variación de apenas 1.44%, los datos muestran alta consistencia en el comportamiento del cultivo. Resultados similares fueron reportados por Nina Quispe (2020), quien al aplicar Bocashi en el cultivo de lechuga obtuvo mejoras significativas en la bioproducción, atribuidas a la mejora de las propiedades físicas y biológicas del suelo. Esto confirma que el uso de abonos orgánicos no solo nutre, sino que transforma el entorno de cultivo, promoviendo una respuesta fisiológica más eficiente y uniforme en el tiempo.

Tabla 17

Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.62647, Alfa=0.01 DMS=0.79995

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Significación 5%		Significación 1%	
BT12	15.78	3	0.13	A		A	
BT8	15.42	3	0.13	A	B	A	B
BT4	15.29	3	0.13	A	B	A	B
B8	15.03	3	0.13		B	A	B
B12	15.02	3	0.13		B	A	B
B4	14.87	3	0.13		B		B
TES	14.85	3	0.13		B		B

La Tabla 17 en esta fase del cultivo, el tratamiento BT12 destacó por lograr la mayor altura promedio en las plantas de lechuga (15.78 cm), superando significativamente a la mayoría de tratamientos con un 99% de confianza. Aunque BT8 y B8 mostraron valores cercanos, solo BT4 logró estar a su nivel al 95%. Esto sugiere que aplicar Bocashi con *Trichoderma spp.* a 12 t/ha impulsa mejor el desarrollo inicial del cultivo en comparación con otras dosis y combinaciones.

c) Altura de planta a los 55 días

Tabla 18

Análisis de varianza del tamaño de la planta a los 40 días después del trasplante

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.57	8	0.45	10	0.0003
Tratamiento	1.77	6	0.3	6.62	0.0028
Repeticiones	1.8	2	0.9	20.13	0.0001
Error	0.54	12	0.04		
Total	4.1	20			

Nota: CV% = 1.15, \bar{x} = 18.35

La Tabla 18 evidencia que, a los 55 días después del trasplante, la altura de las plantas varió entre tratamientos, siendo más favorable en aquellos con Bocashi y *Trichoderma spp.* Esto confirma un efecto positivo sostenido en el desarrollo del cultivo.

El promedio general alcanzado fue de 18.35 cm, con un coeficiente de variación de apenas 1.15%, lo que indica alta uniformidad y confiabilidad en los resultados obtenidos. Este comportamiento es coherente con lo reportado por Nina Quispe (2020), quien encontró que la aplicación de Bocashi en lechuga favoreció significativamente su bioproducción, atribuyendo estos efectos a la mejora de las condiciones físicas y biológicas del suelo.

Tabla 19

Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.60346, Alfa=0.01 DMS=0.77056

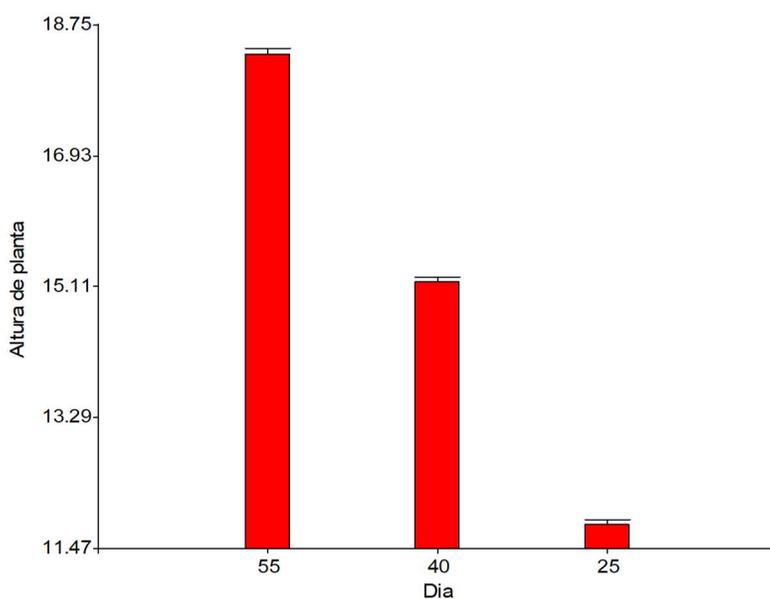
Tratamiento	Medias	n	E.E.	Significación 5%		Significación 1%	
BT12	18.95	3	0.12	A		A	
BT8	18.57	3	0.12	A	B	A	B
B8	18.29	3	0.12		B	A	B
BT4	18.26	3	0.12		B	A	B
B12	18.26	3	0.12		B	A	B
B4	18.07	3	0.12		B		B
TES	18.05	3	0.12		B		B

Tabla 19 muestra que el tratamiento BT12 obtuvo la mayor altura promedio de planta (18.95 cm), diferenciándose significativamente del resto al 1% y 5%, con excepción de BT8, con quien solo comparte grupo al 5%. Esta separación estadística indica que la dosis de 12 t/ha de Bocashi con *Trichoderma spp.* sigue siendo la más efectiva en promover un crecimiento más acelerado en esta fase del cultivo.

d) Incremento de la Altura Promedio de Plantas de Lechuga a lo Largo de 25, 40 y 55 Días Según los Tratamientos Aplicados

Figura 4

Evolución de la Altura Promedio de Plantas de Lechuga a los 25, 40 y 55 Días en Función de los Tratamientos Evaluados



Fuente: elaboración propia

La figura 4 muestra la evolución de la altura promedio de las plantas de lechuga en tres etapas de desarrollo: 25, 40 y 55 días tras el trasplante, en respuesta a los tratamientos evaluados. Se observa un incremento sostenido en la altura de las plantas con el tiempo, alcanzando valores más altos a los 55 días, lo cual sugiere que los tratamientos aplicados han influido positivamente en el

crecimiento vegetativo de la lechuga. Este patrón de crecimiento es consistente con estudios recientes en el uso de enmiendas orgánicas y biológicos, que destacan su eficacia en la promoción de un desarrollo vigoroso en cultivos hortícolas. La variación en la altura entre los días evaluados refleja la dinámica del efecto de los tratamientos y la adaptabilidad de las plantas al entorno de cultivo optimizado.

1.1.1.3. Tamaño y peso de planta a la cosecha

a) Tamaño de la planta (cm.) a los 68 días

Se utilizó una cinta métrica para registrar la altura desde la base de la planta hasta el ápice superior de las hojas. Esta medición en centímetros permitió evaluar el desarrollo final de la planta de lechuga.

Tabla 20

Recolección de información al momento de la cosecha

Tratamiento	Tamaño (cm)			Promedio
	bloque 1	bloque 2	bloque 3	
B4	21.30	21.60	21.30	21.40
B8	21.40	21.60	21.50	21.50
B12	22.00	23.00	22.00	22.33
BT4	21.60	22.00	20.00	21.20
BT8	23.20	23.10	22.00	22.77
BT12	23.10	23.90	23.20	23.40
TES	21.00	20.00	21.00	20.67

Fuente: elaboración propia

La Tabla 20 presenta los promedios de tamaño de planta por tratamiento y bloque al momento de la cosecha, permitiendo visualizar de forma clara los datos recolectados. Cada valor corresponde al promedio de nueve plantas por bloque, lo que refuerza la representatividad de la muestra. Esta información, también detallada en los anexos, ofrece una base sólida y organizada

para el análisis posterior. Su inclusión permite contextualizar los resultados y asegurar un mejor entendimiento de la variabilidad observada.

Tabla 21

Análisis de varianza del tamaño de la planta (cm.)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.11	8	2.26	7.47	0.0012
Tratamiento	16.83	6	2.8	9.26	0.0006
Repeticiones	1.28	2	0.64	2.12	0.163
Error	3.64	12	0.3		
Total	21.75	20			

Nota: CV% = 2.51, \bar{x} = 21.90

La Tabla 21 muestra el análisis de varianza que, al momento de la cosecha, el tamaño final de las plantas de lechuga presentó diferencias claras entre tratamientos, siendo más evidente el desarrollo alcanzado en aquellos que combinaron Bocashi y *Trichoderma spp.* Esta respuesta sugiere que la aplicación orgánica sostenida generó un entorno edáfico favorable, donde la actividad microbiana y la disponibilidad gradual de nutrientes permitieron que el cultivo mantenga un crecimiento estructural constante hasta su última etapa.

El promedio general fue de 21.90 cm, con un coeficiente de variación de 2.51%, lo que refleja uniformidad y confiabilidad en los datos obtenidos. Resultados similares fueron reportados por Sarmiento Sarmiento et al. (2019) demostraron que la interacción entre Bocashi y microorganismos benéficos, como los EM, favoreció el rendimiento y la calidad de frutos en fresa, destacando el potencial de este tipo de manejo para alcanzar mejores resultados al cierre del ciclo productivo.

Tabla 22

Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=1.57305, Alfa=0.01 DMS=2.00865

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Significación 5%			Significación 1%		
BT12	23.40	3	0.32	A			A		
BT8	22.77	3	0.32	A		B	A		B
B12	22.33	3	0.32	A		B	A		B
B8	21.50	3	0.32			B	C	A	
B4	21.40	3	0.32			B	C	A	
BT4	21.20	3	0.32			B	C	B	
TES	20.67	3	0.32				C	C	

La Tabla 22 muestra que el tratamiento BT12 alcanzó la mayor media de altura al momento de la cosecha, diferenciándose significativamente del resto al 1% y 5% de probabilidad. BT8 también presentó una respuesta favorable, aunque con menor grado de significancia frente a otros tratamientos. En contraste, el tratamiento TES registró el menor promedio y se ubicó en un grupo estadísticamente distinto. Estas diferencias reflejan que los tratamientos con *Bocashi* y *Trichoderma spp.* en dosis mayores generan respuestas agronómicas más destacadas en el cultivo.

b) Peso de planta (gr.) a los 68 días.

Tabla 23

Recolección de información al momento de la cosecha

Tratamiento	Peso (gr.)			Promedio
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	
B4	294.00	298.00	294.00	295.33
B8	296.00	298.00	297.00	297.00
B12	304.00	317.00	304.00	308.33
BT4	298.00	304.00	276.00	292.67
BT8	320.00	319.00	304.00	314.33
BT12	319.00	330.00	320.00	323.00
TES	290.00	276.00	290.00	285.33

Fuente: elaboración propia

La Tabla 23 muestra los promedios de peso fresco de lechuga obtenidos por bloque y tratamiento al momento de la cosecha, como resultado de la síntesis de datos recolectados en campo. Estos valores representan promedios intermedios de las unidades evaluadas y sirven como punto de partida para los análisis estadísticos. Aunque los datos completos están disponibles en los anexos, esta tabla permite observar con mayor claridad la tendencia general de los tratamientos antes de aplicar pruebas de significancia.

Tabla 24

Análisis de varianza del peso de la planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3438.38	8	429.8	7.5	0.0011
Tratamiento	3200.95	6	533.49	9.31	0.0006
Repeticiones	237.43	2	118.71	2.07	0.1688
Error	687.9	12	57.33		
Total	4126.29	20			

Nota: CV% = 2.5, \bar{x} = 302.3

La Tabla 24 muestra que el peso fresco de la planta varió significativamente entre tratamientos, con una media general de 302.3 gramos y un coeficiente de variación de apenas 2.5%, lo que refleja una alta uniformidad en los datos recolectados. Este nivel de consistencia refuerza la confiabilidad del análisis y respalda los efectos observados en los tratamientos combinados con Bocashi y *Trichoderma spp.*

El tratamiento BT12 destacó como el más eficaz, sugiriendo que la interacción positiva entre abono orgánico y microorganismos benéficos favoreció un entorno radicular activo y una mejor absorción de nutrientes. Estos hallazgos validan el enfoque agroecológico como una estrategia sólida para potenciar el rendimiento en cultivos de hoja como la lechuga.

Tabla 25

Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=21.63628, Alfa=0.01 DMS=27.62767

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Significación 5%			Significación 1%			
BT12	323.00	3	4.37	A			A			
BT8	314.33	3	4.37	A	B		A	B		
B12	308.33	3	4.37	A	B	C	A	B	C	
B8	297.00	3	4.37		B	C	D	A	B	C
B4	295.33	3	4.37		B	C	D		B	C
BT4	292.67	3	4.37			C	D		B	C
TES	285.33	3	4.37				D			C

La Tabla 25 muestra que el tratamiento BT12 logró el mayor peso promedio (323 g), ubicándose en el grupo de mayor significancia estadística tanto al 95% como al 99% de confianza. Esta posición privilegiada también fue compartida por BT8 y B12, aunque en menor medida, lo que refleja el efecto beneficioso del uso combinado de Bocashi y *Trichoderma spp.* sobre la producción de biomasa. La agrupación de tratamientos según las letras en la prueba de Tukey evidencia diferencias significativas entre ellos, especialmente frente al tratamiento estándar (TES), que quedó relegado al grupo con menor rendimiento.

Este patrón confirma que los tratamientos mixtos generan una sinergia positiva en el cultivo de lechuga, promoviendo un desarrollo más vigoroso y productivo. El hecho de que BT12 se mantenga en la categoría superior incluso con un nivel de exigencia del 99%, refuerza su consistencia como estrategia agronómica eficaz. A su vez, la estrecha cercanía de BT8 y B12 sugiere que el efecto estimulante de los bioinsumos no depende solo de la dosis, sino también de su interacción. Estos hallazgos respaldan la viabilidad del manejo orgánico como una alternativa productiva y sostenible.

1.1.1.4. Tamaño de raíz al momento de la cosecha

Tabla 26

Recolección de información de tamaño de raíz al momento de la cosecha

Tratamiento	Tamaño (cm)			Promedio
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	
B4	6.00	6.10	6.00	6.03
B8	6.10	6.10	6.10	6.10
B12	6.70	6.30	6.70	6.57
BT4	7.20	7.00	6.90	7.03
BT8	7.10	7.10	6.90	7.03
BT12	7.20	7.40	7.20	7.27
TES	5.80	5.70	5.80	5.77

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se presenta la información recolectada sobre el tamaño de raíz al momento de la cosecha, evidenciándose promedios que oscilan entre 5.77 cm y 7.27 cm según el tratamiento aplicado. Los tratamientos que combinaron Bocashi y *Trichoderma* (BT) reportaron los mayores tamaños, destacando BT12 con un promedio superior a los demás. Por otro lado, el tratamiento estándar (TES) mostró el menor desarrollo radicular. Estos datos iniciales proporcionan una base comparativa para el análisis de varianza que se desarrolla en las siguientes tablas.

Tabla 27

Análisis de varianza del tamaño de la raíz de la planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.21	8	0.78	46.59	<0.0001
Tratamiento	6.19	6	1.03	61.91	<0.0001
Repeticiones	0.02	2	0.01	0.6	0.5645
Error	0.2	12	0.02		
Total	6.41	20			

Nota: CV% = 1.97, \bar{x} = 6.54

La Tabla 28 revela que el tamaño de raíz varió significativamente entre tratamientos, con mayor desarrollo en aquellos que integraron Bocashi y *Trichoderma spp.*. Este comportamiento sugiere un entorno edáfico más favorable para el crecimiento radicular, gracias a una estructura suelta, aireada y rica en microbiota activa (Peláez Rivera, 2021). El promedio de 7.18 cm y el CV de 1.97 % respaldan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Nina Quispe (2020) ya había reportado un efecto positivo del Bocashi sobre la bioproducción de lechuga, incluyendo una mejora en el sistema radicular. Asimismo, Cuenca Sedamanos et al. (2022) destacaron que *Trichoderma spp.* estimula el desarrollo de raíces mediante la producción de compuestos bioactivos. Estas condiciones conjuntas favorecen una absorción más eficiente de agua y nutrientes durante el ciclo del cultivo.

Tabla 28

Prueba Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36892, Alfa=0.01 DMS=0.47108

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Significación 5%	Significación 1%
BT12	7.27	3	0.07	A	A
BT8	7.03	3	0.07	A	A B
BT4	7.03	3	0.07	A	A B
B12	6.57	3	0.07	B	B C
B8	6.1	3	0.07	C	C D
B4	6.03	3	0.07	C	D
TES	5.77	3	0.07	C	D

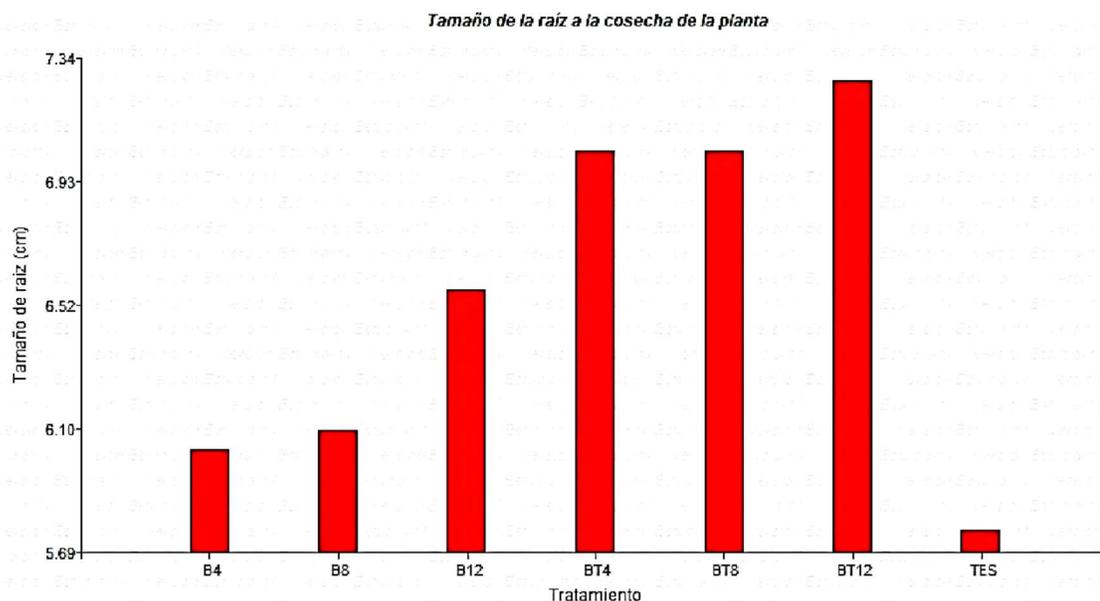
Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

La Tabla 29 muestra los resultados de la prueba de comparación de medias de Tukey, donde se evidencia que los tratamientos BT12, BT8 y BT4 conforman el grupo estadísticamente superior, con promedios significativamente más altos en el tamaño de raíz. Estos tres tratamientos, que combinan Bocashi y *Trichoderma spp.*, no presentan diferencias significativas entre sí (letra A), pero sí se diferencian claramente de los tratamientos con Bocashi solo (letras B y C) y del testigo. El tratamiento BT12 alcanzó el mayor promedio con 7.27 cm, mientras que el testigo (TES) mostró

el menor valor (5.77 cm). La agrupación de letras señala que el efecto del bioinsumo combinado fue más favorable. Estos resultados refuerzan la eficacia agronómica de las aplicaciones integradas para mejorar el desarrollo radicular.

Figura 5

Tamaño de la raíz a la cosecha de la planta



Fuente: Elaboración propia

La Figura 5 ilustra los promedios del tamaño de raíz según cada tratamiento al momento de la cosecha. Los tratamientos con Bocashi y *Trichoderma spp.* (BT12, BT8 y BT4) superaron los 7 cm, destacando BT12 como el más eficaz. En cambio, el tratamiento estándar (TES) mostró un desarrollo radicular más limitado, con valores por debajo de los 6 cm.

Esta representación gráfica refuerza los resultados estadísticos previos y evidencia que el uso conjunto de bioinsumos favorece el desarrollo radicular frente a métodos convencionales. Las diferencias visuales entre tratamientos hacen evidente el impacto del enfoque orgánico. La figura, por tanto, valida tanto los análisis estadísticos como la relevancia agronómica del manejo empleado.

1.1.1.5. Caracterización físico-química del suelo en los tratamientos con mejores resultados

Como parte del proceso experimental, se realizó el análisis químico del Bocashi utilizado, a fin de conocer su composición nutricional y comprender su aporte potencial al suelo. Para ello, se envió una muestra representativa al Laboratorio de Análisis de Suelos del Centro de Investigación de Suelos y Abonos (CISA). Los resultados obtenidos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 29

Análisis de Composición Química del Bocashi

N°	CLAVE	C.E. (mmhos/c.c.)	pH	CaCO ₃ (%)	M. ORG. (%)	N. TOTAL (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)
01	M. O.	0.40	8.40	0.00	17.93	0.90	108.2	650

Fuente: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), Laboratorio de Análisis de Suelos. Análisis del Bocashi. Fecha: Cusco, 25 de junio del 2024.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio sobre la composición del Bocashi, se procedió a evaluar su efecto en las propiedades fisicoquímicas del suelo. Estos resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 30

Comparativo de Propiedades del Suelo y Tratamientos Ganadores para el Desarrollo de Lechuga

Propiedad	Valor Inicial (M. SUELO)	Valor Final (T-1 = BT12)	Valor Final (T-2 = BT8)	Valor Final (T-3 = B12)
C.E. (mmhos/cm)	0.31	0.76	1.07	0.67
pH	7.94	7.58	7.54	7.48
M. ORG. (%)	1.86	2.62	1.93	4.13
N. TOTAL (%)	0.09	0.13	0.1	0.21
P ₂ O ₅ (ppm)	44.8	16.1	17.5	25.6
K ₂ O (ppm)	412	337	575	827

La Tabla 30 muestra los valores iniciales y finales de las propiedades del suelo, comparando los efectos de los tratamientos BT12, BT8 y B12 sobre la conductividad eléctrica (C.E.). Se observa un aumento notable desde un valor inicial de 0.31 mmhos/cm a 1.07 mmhos/cm en T-2, lo que sugiere una mayor presencia de nutrientes y sales solubles en el suelo, facilitando la absorción de nutrientes. T-1 y T-3 también presentan incrementos, con valores de 0.76 y 0.67 mmhos/cm, respectivamente, lo que evidencia una mejora general en la conductividad eléctrica del suelo bajo estos tratamientos.

En cuanto al pH, la tabla refleja una ligera disminución en todos los tratamientos respecto al valor inicial de 7.94. T-1, T-2 y T-3 presentan valores finales de pH de 7.58, 7.54 y 7.48, respectivamente, manteniéndose en un rango óptimo para el desarrollo de la lechuga. Esta reducción indica un ajuste hacia un pH más adecuado para la absorción de nutrientes, favoreciendo el entorno del suelo para el cultivo.

La materia orgánica (M. O. %) muestra un incremento significativo con todos los tratamientos. El tratamiento T-3 destaca con un aumento notable, alcanzando un valor final de 4.13% frente al inicial de 1.86%. Este aumento es clave para la fertilidad del suelo, ya que una mayor materia orgánica mejora la estructura del suelo, favorece la retención de humedad y facilita el intercambio de nutrientes, contribuyendo al desarrollo saludable de las plantas de lechuga.

En el caso del nitrógeno total (N. TOTAL %), se observa un incremento en los tres tratamientos con respecto al valor inicial de 0.09%. T-3 presenta el mayor valor final de 0.21%, seguido de T-1 con 0.13% y T-2 con 0.1%. Este aumento en el contenido de nitrógeno es fundamental, ya que este nutriente es esencial para el crecimiento foliar y el vigor de la planta, aspectos claves para un desarrollo óptimo del cultivo de lechuga.

Para el fósforo (P_2O_5), la tabla muestra una disminución en los tratamientos T-1 y T-2 con respecto al valor inicial de 44.8 ppm, mientras que T-3 alcanza un valor final de 25.6 ppm, lo que indica una mayor disponibilidad de este nutriente en este último tratamiento. Este fósforo disponible contribuye al desarrollo radicular y al crecimiento general de la planta, aunque en menor cantidad que el valor inicial del suelo.

Por último, el potasio (K_2O) presenta un incremento significativo en todos los tratamientos. T-3 muestra el valor más alto con 827 ppm, seguido de T-2 con 575 ppm y T-1 con 337 ppm, en comparación con el valor inicial de 412 ppm. Este aumento en el potasio es crucial para fortalecer la estructura celular de la planta, mejorar su resistencia y contribuir a su metabolismo energético, factores importantes para el rendimiento y la calidad de la lechuga. Estos resultados indican que los tratamientos han optimizado las propiedades físico-químicas del suelo, proporcionando un ambiente adecuado para el crecimiento del cultivo.

1.1.2. Determinar la mejor rentabilidad del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) por efecto de la utilización de *Bocashi* y *Trichoderma spp.*

1.1.2.1. Resultados del análisis económico de los tratamientos evaluados

Tabla 31

Relación Beneficio/Costo (B/C) para los Tratamientos

Tratamiento	Peso Promedio (gr.)	Plantas/Ha	Precio de Venta por Planta (S/.)	Costo Producción (S/.)	Ingreso (S/.)	Rentabilidad (S/.)	Relación B/C
B4	295.33	62,500	0.40	9,014.50	25,000.00	15,985.50	2.77
B8	297.00	62,500	0.60	11,214.50	37,500.00	26,285.50	3.34
B12	308.33	62,500	0.70	13,414.50	43,750.00	30,335.50	3.26
BT4	292.67	62,500	0.50	9,454.50	31,250.00	21,795.50	3.31
BT8	314.33	62,500	0.80	11,654.50	50,000.00	38,345.50	4.29
BT12	323.00	62,500	1.00	13,854.50	62,500.00	48,645.50	4.51
TES	285.33	62,500	0.30	6,814.50	18,750.00	11,935.50	2.75

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 31. muestra los resultados del análisis económico realizado por tratamiento no solo en términos de producción, sino también desde una lógica económica. La relación B/C permite visualizar, por cada sol invertido, cuánto se recupera como ganancia. En ese sentido, el tratamiento BT12 lidera con una relación B/C de 4.51, lo que significa que, por cada sol invertido, se generan S/ 4.51 de retorno, dejando una ganancia de S/ 3.51. Le siguen BT8 con 4.29 y B8 con 3.34, reflejando retornos significativos frente al costo asumido.

Estos resultados permiten valorar la eficiencia económica de cada tratamiento. No se trata únicamente de obtener un mayor peso por planta, sino de lograr que cada sol invertido rinda con mayor eficacia. En tratamientos como BT8 y B12, esta eficiencia es evidente: no solo se logró un buen rendimiento físico, sino también un equilibrio favorable entre inversión y utilidad.

1.2. Discusión general de los resultados

La interacción entre Bocashi y *Trichoderma spp.* mostró un efecto sinérgico favorable sobre el crecimiento de *Lactuca sativa*, especialmente en el tratamiento BT12. El incremento constante en altura, peso fresco y desarrollo radicular evidencia una respuesta fisiológica eficiente, vinculada al mejoramiento de las condiciones físico-químicas del suelo y a la estimulación de la rizosfera (Cuenca Sedamanos et al., 2022; Peláez Rivera, 2021).

Desde una perspectiva económica, los tratamientos que alcanzaron mayor biomasa también obtuvieron mejor valorización comercial. El tratamiento BT12, al superar los 295 g por planta, permitió aplicar un precio más competitivo, generando una rentabilidad superior (S/ 4.51 por cada sol invertido), resultado que posiciona al bioinsumo combinado como una opción eficiente y replicable (Sarmiento Sarmiento et al., 2019).

Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas sobre la aplicación conjunta de abonos fermentados y microorganismos benéficos en cultivos hortícolas. Más allá del rendimiento, la calidad comercial alcanzada refuerza el potencial agroecológico del manejo orgánico intensivo, promoviendo sistemas productivos sostenibles con mayor resiliencia biológica (Nina Quispe, 2020; Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

1.3. Evaluación de las Hipótesis Formuladas

La presente investigación plantea como hipótesis que la aplicación combinada de Bocashi y *Trichoderma spp.* mejora significativamente el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP Anta. Esta suposición se fundamentó en el potencial sinérgico de ambos bioinsumos para optimizar la fertilidad del suelo y estimular el crecimiento vegetal. Los resultados obtenidos confirman esta propuesta, al evidenciar un desempeño agronómico y económico claramente superior en los tratamientos con aplicación conjunta.

Los tratamientos BT12, BT8 y B12 destacaron por presentar mayores valores de peso fresco promedio por planta, alcanzando 323.00 g, 314.33 g y 308.33 g respectivamente. Estos parámetros fueron validados mediante análisis estadístico, reflejando un desarrollo más vigoroso en comparación con el testigo, que solo alcanzó 285.33 g. La combinación de Bocashi y *Trichoderma spp.* favoreció una mayor eficiencia fisiológica, traduciéndose en biomasa superior a lo largo del ciclo del cultivo.

Desde el enfoque económico, el tratamiento BT12 resultó el más rentable, con una relación beneficio/costo de 4.51 y una ganancia neta de S/ 48,645.50, seguido de BT8 con una B/C de 4.29 y una rentabilidad de S/ 38,345.50. Estos hallazgos no solo respaldan la hipótesis inicial, sino que demuestran que esta estrategia agroecológica es técnica, rentable y adaptable a sistemas hortícolas locales que buscan sostenibilidad productiva.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la aplicación combinada de Bocashi y *Trichoderma spp.* tuvo un efecto positivo y sostenido en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el IESTP Anta. El tratamiento BT12 (Bocashi 12 t·ha⁻¹ en combinación con 4 kg·ha⁻¹ de *Trichoderma spp.*) demostró ser el más eficiente, tanto en términos productivos como en sostenibilidad edáfica, validando el objetivo general de este estudio. Esta estrategia con bioinsumos representa una alternativa agroecológica sólida, adaptable a contextos formativos y productivos que buscan optimizar el rendimiento sin comprometer la salud del suelo.

Con relación al primer objetivo específico, el tratamiento BT12 (Bocashi 12 t·ha⁻¹ en combinación con 4 kg·ha⁻¹ de *Trichoderma spp.*) obtuvo los mayores valores agronómicos: peso promedio de 323 g por planta, altura de 23.40 cm y longitud radicular de 7.27 cm, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) respecto al testigo. Estos resultados fueron consistentes a lo largo del ciclo, con coeficientes de variación inferiores al 2.5%. Además, se evidenció un incremento en la materia orgánica (de 1.86% a 2.62%) y en el nitrógeno total (de 0.09% a 0.13%), lo que contribuyó a una mejor absorción de nutrientes y vigor fisiológico del cultivo.

En lo económico, el segundo objetivo específico se cumplió al evidenciar que BT12 (Bocashi 12 t·ha⁻¹ en combinación con 4 kg·ha⁻¹ de *Trichoderma spp.*) alcanzó la mayor rentabilidad, con una ganancia neta de S/ 48,645.50 y una relación beneficio/costo de 4.51. Le siguió BT8 con una B/C de 4.29, también destacable en eficiencia financiera. Estos resultados no solo demuestran el potencial productivo del manejo orgánico, sino que refuerzan su viabilidad económica, haciendo de la biofertilización una opción estratégica para productores que buscan altos retornos con prácticas sostenibles.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere incorporar el tratamiento BT12 como referente en futuras investigaciones sobre biofertilización, tanto en cultivos de lechuga como en otros de ciclo corto. Su efecto agronómico y económico comprobado lo convierte en base sólida para estudios comparativos y ensayos multiculturales.
- Sería pertinente profundizar en el análisis del comportamiento fisiológico de la lechuga bajo condiciones edáficas variadas, especialmente en fases fenológicas críticas. Esto podría enriquecer investigaciones formativas orientadas al ajuste fino del manejo orgánico en suelos contrastantes.
- Se recomienda replicar este estudio en otras instituciones educativas, considerando diferentes pisos altitudinales y calendarios de siembra. Este enfoque permitiría validar la adaptabilidad del modelo agroecológico en distintos contextos formativos y agroclimáticos.
- Finalmente, se alienta a los programas de pregrado y posgrado a abordar líneas de investigación en bioinsumos locales, priorizando el impacto edáfico a mediano plazo. Así, se fortalecerá la transición hacia sistemas productivos sostenibles desde el aula y el campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aker, C. (2018). Producción de lechuga con buenas prácticas agrícolas. In *Proyecto Gestión del Conocimiento para la Producción Sostenible de hortalizas en Nicaragua, Honduras y Guatemala*. Guía técnica N° 2. www.rikolto.org/latinoamerica
- Alfonso, E., Padrón, J., & Peraza, T. (2011). Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. *Redalyc.Org*, 32(1), 77–82. Consultado el 30 de marzo 2024 <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193222352010.pdf>
- Andrade-Hoyos, P., Rivera-Jiménez, M. N., Landero-Valenzuela, N., Silva-Rojas, H. V., Martínez-Salgado, S. J., & Romero-Arenas, O. (2023). Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita *Trichoderma* spp. en la agricultura: una perspectiva en el campo mexicano. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(4), 366–377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005>
- Beaman, J. H. (1989). The Evolution and Classification of Flowering Plants . Arthur Cronquist. *The Quarterly Review of Biology*, 64(4). <https://doi.org/10.1086/416502>
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson Educación. <https://anyflip.com/vede/ohla/basic>
- Bissett, J. (1991). A revision of the genus *Trichoderma* . II. Infrageneric classification. *Canadian Journal of Botany*, 69(11), 2357-2372. <https://doi.org/10.1139/B91-297>
- Cabrera, F. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=UpyfVnNokkroC&oi=fnd&pg=PA21&dq=Cabrera,+F.+\(2004\).+Producci%C3%B3n+de+hortalizas+de+clima+c%C3%A1lido.+Univ.+Nacional+de+Colombia&ots=fI09TNSsNd&sig=VB68BC1M8BLQJE46vkkksB9pEso](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=UpyfVnNokkroC&oi=fnd&pg=PA21&dq=Cabrera,+F.+(2004).+Producci%C3%B3n+de+hortalizas+de+clima+c%C3%A1lido.+Univ.+Nacional+de+Colombia&ots=fI09TNSsNd&sig=VB68BC1M8BLQJE46vkkksB9pEso)
- Cai, F., & Druzhinina, I. S. (2021). In honor of John Bissett: authoritative guidelines on molecular identification of *Trichoderma*. *Fungal Diversity 2021 107:1*, 107(1), 1–69. <https://doi.org/10.1007/S13225-020-00464-4>
- Chilon Camacho, E., & Chilon Molina, J. (2014). Compost altoandino e interacción con harina de rocas y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelos. *CienciAgro [Online]*, 3(1), 21–38.
- Cortés-Hernández, F. del C., Alvarado-Castillo, G., & Sánchez-Viveros, G. (2023). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: una revisión. *Revista Colombiana de*

- Biotecnología*, 25(2), 73-87. Epub February 05, 2024.
<https://doi.org/10.15446/REV.COLOMB.BIOTE.V25N2.111384>
- Cortez Lázaro, R. A. (2023). *Biofortificación del cultivo hidropónico de la lechuga (Lactuca sativa L.) con Hierro* [Tesis de Maestría, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5900>
- Cronquist, A. (1968). *The evolution and classification of flowering plants*.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19691601739>
- Cuenca Sedamanos, J. A., Quevedo Guerrero, J. N., Tuz Guncay, I. G., & Chabla Carillo, J. E. (2022). Trichoderma spp: Propagación, dosificación y aplicación en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Ciencia y Agricultura*, 19(3).
<https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n3.2022.14692>
- Definicion.de. (n.d.). *Abono - Qué es, usos, definición y concepto*. Consultado el 30 de marzo 2024 <https://definicion.de/abono/>
- Domínguez, V. O. (2024). *Efecto del compost en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en el distrito de Matahuasi*.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10390>
- Druzhinina, I. S., Komoń-Zelazowska, M., Ismaiel, A., Jaklitsch, W., Mullaw, T., Samuels, G. J., & Kubicek, C. P. (2012). Molecular phylogeny and species delimitation in the section Longibrachiatum of Trichoderma. *Fungal Genetics and Biology*, 49(5), 358–368.
<https://doi.org/10.1016/J.FGB.2012.02.004>
- Druzhinina, I. S., Kopchinskiy, A. G., & Kubicek, C. P. (2006). The first 100 Trichoderma species characterized by molecular data. *Mycoscience*, 47(2), 55–64.
<https://doi.org/10.1007/S10267-006-0279-7>
- EDU.LAT. (n.d.). *Definición de hortalizas - Qué es, Significado y Concepto*. Consultado el 29 de marzo 2024 <https://definicion.edu.lat/definicion/hortaliza.html>
- FAO. (n.d.). *Organic Agriculture: ¿Qué es la agricultura orgánica?* Consultado el 30 de marzo 2024 <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/es/>
- FAO. (2019). *THE STATE OF THE WORLD'S BIODIVERSITY FOR FOOD AND AGRICULTURE FAO COMMISSION ON GENETIC RESOURCES FOR FOOD AND AGRICULTURE ASSESSMENTS • 2019 S.*

- FAO. (2021). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura - Sistemas al límite. *El Estado de Los Recursos de Tierras y Aguas Del Mundo Para La Alimentación y La Agricultura - Sistemas al Límite*.
<https://doi.org/10.4060/CB7654ES>
- FAO-PESA. (2010). Elaboracion y uso del Bocashi. In *Ministerio De Agricultura Y Ganadería El Salvador*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/at788s>
- Gobierno Regional de Cusco. (2023). *DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE SUS BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA O DE ACCESO A SERVICIOS*.
https://transparencia.regioncusco.gob.pe/attach/docs_normativo/resoluciones/2023/RER.0111.2023.pdf
- Godoy C., P., Zolezzi V., M., Sepúlveda R., P., Estay P., P., & Chacón C., G. (2018). *Manual de Campo: principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla [en línea]*. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 388 .
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/6718>
- Gomez, A. A., & Gomez, K. A. (1984). Statistical procedures for agricultural research: second Edition. *A Wiley-Interscience Publication*, 6, 1–690. <https://www.wiley.com/en-us/Statistical+Procedures+for+Agricultural+Research%2C+2nd+Edition-p-9780471870920>
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). Trichoderma species - Opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43–56.
<https://doi.org/10.1038/NRMICRO797;KWRD=LIFE+SCIENCES>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª). McGraw-Hill.
- Jaimes Reátegui, S. (2019). Efectos del insecticida biológico (Trichoderma Harzianum) en el rendimiento de portainjertos de palto (Persea Americana Mill) variedad Duke y Mexicana en condiciones climáticas de vivero del Cifo-Unheval-2018. [Tesis de Doctorado]. In *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. Repositorio Institucional.
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/5702>
- Leiva Espinoza, S. T. (2022). Diversidad genética de Trichoderma como agente biocontrolador de la moniliasis (Moniliophthora roreri) para la producción sostenible del cacao nativo [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. In *Phytopathology* (Vol. 110, Issue 10). Repositorio institucional <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5609>

- Leiva Espinoza, S. T., Román Peña, A., Vilca Valqui, N. C., & Neri Chávez, J. C. (2018). Comportamiento productivo de 11 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en sistema hidropónico NFT recirculante (Chachapoyas–Amazonas). *Revistas.Untrm.Edu.Pe*. <https://doi.org/10.25127/aps.20181.384>
- Luna Barreda, J. A. (2014). Efecto del abono Bocashi y *Trichoderma* spp. en el desarrollo de acelga (*Beta vulgaris* var. cicla). *XIV Congreso de Investigación En Ciencias Biológicas*. <https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Investigacion/14Congreso/Programa/BIOLOGIA/BI-22JETROADRIANLUNABARREDA.pdf>
- Méndez Sánchez, C. (2015). *Estudio de plagas y enfermedades en el cultivo de lechuga*. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/4653>
- Mendivil Lugo, C., Nava-Pérez, E., Armenta-Bojórquez, A. D., Ruelas-Ayala, R. D., & Félix-Herrán, J. A. (2020). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia*, 22(1), 17-23. Epub 03 de Agosto de 2020. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1120>
- Microbiol.es. (n.d.). *Microorganismos benéficos – Microbiol.* Consultado el 29 de marzo 2024 <https://microbiol.es/microorganismos-beneficos/>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/mensual/Agro/2022/Agro_en_cifras_04_2022.pdf
- Moneva Roca, J. (2020). *Análisis y evaluación actual del abono tipo bocashi como alternativa ecológica ante los agroquímicos* [Tesis de Maestría, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE]. <http://hdl.handle.net/11000/5930>
- Montgomery, D. C. (2017). Design and Analysis of Experiments, 9th Edition, Wiley. Wiley, 1–682. <https://www.wiley.com/en-us/Design+and+Analysis+of+Experiments%2C+10th+Edition-p-9781119492443>
- Montgomery, D. C. . (2013). *Design and analysis of experiments*. https://books.google.com/books/about/Design_and_Analysis_of_Experiments_8th_E.html?hl=es&id=XQAcAAAAQBAJ
- Mou, B. (2011). Mutations in lettuce improvement. *International Journal of Plant Genomics*, 2011. <https://doi.org/10.1155/2011/723518>

- Moya, J. S. (2008). [*Peculiarities of lettuce breeding against pests and diseases*] | *Peculiaridades de la mejora genética contra plagas y enfermedades de la lechuga*. MMAMRM (2008) Jornada sobre la Lechuga: Cultivo y Comercialización. Situación Actual y Perspectivas Desde el Punto de Vista Técnico y Comercial, San Fernando de Henares, .
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122599/records/64724a42e17b74d2224f8b32>
- Neri Chávez, J. C., Oclocho García, F. E., Huamán Huamán, E., & Collazos Silva, R. (2017). Influencia de la aplicación de biopreparados en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(2), 32–39.
<https://doi.org/10.25127/APS.20172.360>
- Nina Quispe, A. E. (2020). *Gestión agroambiental de residuos sólidos agrícolas (Subproductos Orgánicos) mediante la elaboración de bocashi e impacto de su valorización en la bioproducción de lechuga (Lactuca sativa) en el IESTP Valle de Tambo – Cocachacra - 2020* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11291>
- Oré Domínguez, V. H. (2024). *Efecto del compost en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) en el distrito de Matahuasi*.
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10390>
- Pacheco, M. M. (2008). *Producción y comercio de lechuga a nivel mundial: evolución, flujos y futuro*. MMAMRM.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122599/records/64724a42e17b74d2224f8b24>
- Peláez Rivera, J. L. (2021). *Efectos de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo en el distrito de Lamas* [Tesis de Maestría, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA]. Repositorio institucional <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1901>
- Pertierra Lazo, R. & Q. G. Jimmy. (2020). Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *SciELO.Senescyt.Gob.Ec*.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962020000100118

- Pezo Rios, J. M. (2020). *Rendimiento y calidad de la lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 659, al aplicar fertilizante orgánico y químico en el distrito de Lamas*.
<http://hdl.handle.net/11458/4353>
- Picado, J., & Añasco, A. (2005). *PREPARACION Y USO DE ABONOS ORGANICOS SOLIDOS Y LIQUIDOS: Vol. N°7*. Corporación Educativa para el desarrollo Costarricense (CEDECO). Recuperado de:
[https://www.ciaorganico.net/documypublic/641_Abonos_organicos_\(1\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/641_Abonos_organicos_(1).pdf)
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. Recuperado en 5 de abril de 2024 http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000400007&script=sci_arttext&lng=pt
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS: IMPORTANCIA DEL BOCASHI COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA SUELOS Y PLANTAS. *Cultivos Tropicales*, 35(4).
- Real Academia Española (RAE). (n.d.). *Paja | Definición | Diccionario de la lengua española*. Consultado el 29 de marzo 2024 <https://dle.rae.es/paja>
- Restrepo Rivera, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/6568>
- Restrepo Rivera, J. (2007). *Manual Práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. SIMAS, 2007 262 p. https://felixrodrigomora.org/wp-content/uploads/2014/01/manual_practico_abc_agricultura_organica.pdf
- Rifai, M. A. (1969). A revision of the genus *Trichoderma*. In *Commonwealth Mycological Institute*. Commonwealth Mycological Institute.
- Rodríguez-Delgado, I., Martín-Martín, G. J., Pérez-Iglesias, H. I., & García-Batista, R. M. (2025). Comportamiento de propiedades físicas, químicas y biológica del suelo en sistemas de producción agrícola. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8(S1), 184–196.
<https://doi.org/10.62452/SE591C34>
- Rozo García, O., Castellano Gonzalez, L., & Rozo Garcia, C. O. (2021). Empleo de *Trichoderma* spp. para el control de enfermedades y producción más limpia en lechuga. *UNIVERSIDAD*

DE PAMPLONA - REVISTA AMBIENTALAGUA, AIRE Y SUELO, 2, 1–38.

<https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/aaas/article/view/2483/5067>

Ruiz, C. (2018). *Capítulo 4 Producción sustentable de cultivos con manejo de rastrojos*.

Capitulo 4. Boletín N°426.

<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67616/Capitulo%204.pdf?sequence=5>

Saavedra Del R., G., Corradini S., F., Antúnez B., A., Felmer E., S., Estay P., P., & Sepúlveda

R., P. (2017). *Manual de producción de lechuga*. Boletín INIA N° 374 INIA- INDAP.

https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/20.500.13082/29500/1/INIA_Libro_0051.pdf

Santoyo Mexicano, L., Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G., Santoyo Mexicano, A., &

Martínez Rafael, P. (2022). Uso de estiércol bovino en la elaboración y maduración de un bocashi. *Journal of Agricultural Sciences Research (2764-0973)*, 2(15).

<https://doi.org/10.22533/at.ed.9732152212118>

Sarmiento Sarmiento, G. J., Amézquita Álvarez, M. A., & Mena Chacón, L. M. (2019). Uso de

bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55–61.

<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2019.01.06>

Soto, G. (2020). El continuo crecimiento de la agricultura orgánica: Orgánico 3.0. *Revista de*

Ciencias Ambientales, 54(1), 215–226. <https://doi.org/10.15359/RCA.54-1.13>

Trinidad-Santos, A. (2016). IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO.

Agro Productividad, 9(8). Recuperado de [https://www.revista-](https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802)

[agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802](https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802)

Valle Latorre, A. A. (2021). *Eficacia de tres soluciones nutritivas mediante Hidroponía a raíz*

flotante en la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) var. Crispa en invernadero.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17210>

Vega Castro, D. A., Garzón Gutierrez, M. H., Niño Linares, S. C., & Rico Belalcazar, P. A.

(2015, July 6). Bioestimulante para la producción de lechuga. *Lactuca sativa* l. *INVENTUM*,

10(19), 13–20. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.10.19.2015.13-20>

ANEXOS

a) Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>a) Problema general ¿Cuál es el efecto del Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> en el rendimiento del cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en el IESTP ANTA?</p> <p>b) Problemas específicos - ¿Qué combinación de Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> genera mayor rendimiento en el cultivo de lechuga en el IESTP ANTA? - ¿Cuál es la rentabilidad del cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) al utilizar Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> en el IESTP ANTA? -</p>	<p>Objetivo general Determinar el efecto del Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> en el rendimiento del cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en el IESTP ANTA</p> <p>Objetivos específicos 1. Evaluar la combinación de Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> que genera el mayor rendimiento agronómico en lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en el IESTP ANTA. 2. Determinar la mejor rentabilidad del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) por efecto de la utilización de Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i></p>	<p>Hipótesis general La aplicación combinada de Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> tiene un efecto positivo en el rendimiento del cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en el IESTP ANTA.</p>	<p>Variable Independiente - VI: Tipo y nivel de abono orgánico aplicado</p> <p>Variable Dependiente - VD: Rendimiento del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)</p> <p>Variable Intermedia (Calidad del Suelo) - Variable Intermedia: Calidad del suelo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de abono - Nivel de incorporación - Establecimiento - Crecimiento vegetativo - Desarrollo radicular - Producción. - Rentabilidad económica. - Físicas. - Químicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de <i>Trichoderma spp.</i> - Dosis de Bocashi - Prendimiento de plantas - Altura de planta (25, 40, 55, 68 días) - Longitud de raíz - Peso promedio por planta - Relación B/C - Textura (arena, limo, arcilla) - Conductividad eléctrica (C.E.) - pH del suelo - Materia orgánica (MO) - Nitrógeno total - Fósforo disponible (P₂O₅) - Potasio disponible (K₂O) 	<p>Tipo de investigación Este estudio, de enfoque aplicado-experimental, evaluó el efecto del Bocashi con y sin <i>Trichoderma spp.</i> en el cultivo de lechuga, manipulando tipo y dosis de abono. Según Hernández Sampieri et al. (2014) y Bernal Torres (2010), este diseño permite generar conocimiento práctico con impacto directo. Los resultados obtenidos en el IESTP Anta durante 2024 aportan soluciones concretas para optimizar la producción agrícola local.</p> <p>Nivel de Investigación. La presente investigación, de enfoque aplicado y experimental, evaluó el efecto del Bocashi con y sin <i>Trichoderma spp.</i> sobre el rendimiento de <i>Lactuca sativa</i>, manipulando tipo y dosis de abono en un diseño factorial 2x3 bajo el modelo de Bloques Completos al Azar (Montgomery, 2017). Este diseño permitió controlar la variabilidad del campo y mejorar la precisión estadística. La metodología se sustentó en fundamentos teóricos de Bernal Torres (2010) y Hernández Sampieri et al. (2014), quienes destacan el valor práctico del conocimiento científico en contextos específicos.</p> <p>Unidad de análisis La unidad de análisis en este estudio es la población de plantas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>), a partir de la cual se recogieron los datos necesarios para evaluar el impacto del Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> en el cultivo de lechuga. Estas variables permitieron analizar de manera precisa el crecimiento y rendimiento del cultivo en las condiciones experimentales del IESTP ANTA en 2024.</p> <p>Población de estudio La población estudiada estuvo conformada por un total de 525 plantas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>), distribuidas en 21 unidades experimentales correspondientes a los diferentes tratamientos aplicados. Cada unidad experimental consistió en 25 plantas, lo que permitió obtener datos detallados y precisos sobre el efecto del Bocashi y <i>Trichoderma spp.</i> en el desarrollo y rendimiento del cultivo. Esta distribución facilitó un análisis adecuado para obtener resultados.</p> <p>Tamaño de muestra Se consideró una muestra de 189 plantas de Lechuga seleccionadas mediante el método de muestreo estratificado simple. Cada unidad experimental estuvo conformada por un total de 09 plantas, seleccionadas de acuerdo con los criterios establecidos en el diseño experimental.</p> <p>Técnicas de selección de muestra En esta investigación agronómica se aplicó muestreo estratificado simple para mejorar la precisión de los datos, seleccionando las nueve plantas centrales de cada unidad experimental y evitando así el efecto de borde (Gomez & Gomez, 1984; Montgomery, 2013). Esta técnica aseguró mayor homogeneidad y redujo la variabilidad en los resultados. La estrategia metodológica fortaleció la confiabilidad de las mediciones realizadas en campo.</p> <p>Técnicas de recolección de muestra La investigación se desarrolló bajo condiciones controladas, con preparación técnica del Bocashi, aplicación precisa de tratamientos con y sin <i>Trichoderma spp.</i>, y un diseño experimental DBCA con siete tratamientos y tres repeticiones. Se ejecutaron labores agronómicas clave, desde la selección del terreno hasta la cosecha, evaluando variables como prendimiento, altura, peso y composición química. Los datos obtenidos, incluidos análisis de suelo y Bocashi, fortalecen la rigurosidad del estudio y su aplicabilidad en la mejora del cultivo de lechuga.</p> <p>Técnicas de análisis e interpretación de la información Prueba ANOVA.</p> <p>Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de las hipótesis planteadas ANOVA de un factor y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05; 0.01$) en BCA, procesado en InfoStat.</p>

b) Datos recolectados de las variables de planta.

Numero de plantas prendidas a los 10 días (unidad)

BLOQUE 1

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	CANTIDAD
T1	B4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21.00
T2	B8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	20.00
T3	B12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	19.00
T4	BT8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	18.00
T5	BT4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19.00
T6	BT12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	21.00
T7	TES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18.00

BLOQUE 2

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	CANTIDAD
T1	B4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	22.00
T2	B8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	21.00
T3	B12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	20.00
T4	BT8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	23.00
T5	BT4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	21.00
T6	BT12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	19.00
T7	TES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	22.00

BLOQUE 3

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	CANTIDAD
T1	B4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	18.00
T2	B8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	23.00
T3	B12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	20.00
T4	BT8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	21.00
T5	BT4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	21.00
T6	BT12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	22.00
T7	TES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	23.00

Recolección de información del tamaño de planta a los 25 días

Tamaño (cm.)

BLOQUE 1

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	10.50	10.50	10.50	12.00	12.00	11.00	12.00	12.00	12.00	11.39
T2	B8	10.50	10.30	10.50	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	11.48
T3	B12	10.50	10.50	10.40	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	11.49
T4	BT8	10.30	11.00	10.30	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	11.51
T5	BT4	11.00	13.00	11.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	12.00	12.00
T6	BT12	12.00	12.00	12.00	12.00	13.00	13.00	12.50	12.00	12.50	12.33
T7	TES	11.00	10.60	11.00	11.00	12.00	11.00	12.00	12.00	12.00	11.40

BLOQUE 2

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	11.50	13.00	13.00	11.50	13.00	11.00	11.00	11.00	14.00	12.11
T2	B8	12.00	12.00	11.00	11.00	12.00	11.00	11.00	12.00	11.00	11.44
T3	B12	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
T4	BT8	12.00	13.00	12.00	12.00	13.00	12.00	12.00	12.50	12.00	12.28
T5	BT4	12.00	13.00	12.00	12.00	13.00	12.00	12.00	13.00	12.00	12.33
T6	BT12	14.00	13.00	13.00	13.00	13.00	12.00	12.00	13.00	12.00	12.78
T7	TES	12.00	11.00	12.00	13.00	12.00	11.00	12.00	12.00	11.00	11.78

BLOQUE 3

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	11.00	11.00	10.50	11.00	11.00	10.50	12.00	12.00	10.50	11.06
T2	B8	13.00	13.00	12.00	13.00	12.00	11.00	10.50	10.50	10.50	11.72
T3	B12	10.50	12.00	12.00	10.50	12.00	12.00	10.50	12.00	12.00	11.50
T4	BT8	13.00	13.00	12.00	12.00	13.00	12.00	11.00	10.50	10.50	11.89
T5	BT4	13.00	13.00	12.00	12.00	13.00	12.00	10.50	12.00	10.50	12.00
T6	BT12	13.00	13.00	13.00	12.00	13.00	12.00	11.00	11.00	10.50	12.06
T7	TES	12.00	11.00	12.00	12.00	12.00	11.00	10.50	10.50	10.50	11.28

Recolección de información del tamaño de planta a los 40 días

Tamaño (cm.)

BLOQUE 1

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	14.00	14.50	14.00	15.00	15.00	14.00	17.00	15.00	17.00	15.06
T2	B8	14.30	14.00	14.40	15.00	15.00	15.00	17.00	15.00	15.00	14.97
T3	B12	14.00	14.50	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.72
T4	BT8	14.00	14.50	14.00	15.00	15.00	15.00	17.00	15.00	17.00	15.17
T5	BT4	14.00	15.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00	17.00	15.00	15.00
T6	BT12	15.00	14.50	15.00	16.00	16.00	16.00	15.00	15.00	16.00	15.39
T7	TES	14.00	14.00	14.00	14.00	15.80	14.00	15.00	16.00	16.00	14.76

BLOQUE 2

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	14.50	15.00	15.00	14.00	17.00	15.00	14.50	14.50	17.00	15.17
T2	B8	15.50	15.00	15.80	15.00	15.60	14.50	15.00	15.00	14.20	15.07
T3	B12	15.40	15.00	16.00	15.00	16.00	15.00	15.50	15.30	15.00	15.36
T4	BT8	15.50	16.00	16.50	15.00	16.00	15.00	15.00	16.80	15.00	15.64
T5	BT4	14.50	16.30	16.50	15.10	16.00	15.50	15.50	17.00	16.00	15.82
T6	BT12	16.50	17.00	15.00	17.00	17.00	15.50	16.90	16.00	14.50	16.16
T7	TES	15.00	14.50	15.00	15.00	15.00	14.50	15.50	16.00	15.00	15.06

BLOQUE 3

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	14.00	14.00	14.00	14.50	14.50	14.00	15.00	15.00	14.50	14.39
T2	B8	16.50	15.00	14.50	16.00	15.00	14.00	14.50	15.00	15.00	15.06
T3	B12	15.00	15.00	15.00	14.20	16.00	15.00	14.50	15.00	15.00	14.97
T4	BT8	16.00	15.00	15.00	15.50	16.00	15.00	14.00	14.00	15.00	15.06
T5	BT4	16.00	16.00	17.00	15.00	16.00	16.00	14.00	15.00	14.00	15.44
T6	BT12	16.00	17.00	16.00	16.00	17.00	16.00	14.00	15.00	15.00	15.78
T7	TES	14.00	16.00	15.00	15.00	16.00	14.00	14.50	14.00	14.00	14.72

Recolección de información del tamaño de planta a los 55 días

Tamaño (cm.)

BLOQUE 1

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	17.50	17.50	17.50	19.00	19.00	17.00	19.00	20.00	19.00	18.39
T2	B8	17.50	17.40	17.50	19.00	19.00	18.00	20.00	19.00	19.00	18.49
T3	B12	17.50	17.50	17.50	19.00	19.50	19.00	19.00	18.00	19.00	18.44
T4	BT8	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00	18.00	20.00	18.00	20.00	18.11
T5	BT4	17.00	18.00	17.00	19.00	19.50	19.00	18.00	21.00	18.00	18.50
T6	BT12	17.50	17.50	18.00	19.50	19.00	19.50	19.80	21.00	19.50	19.03
T7	TES	17.50	17.50	17.50	18.00	20.00	18.50	19.00	19.50	19.00	18.50

BLOQUE 2

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	17.00	18.00	18.00	18.00	19.00	19.00	18.00	18.50	19.50	18.33
T2	B8	18.00	18.00	18.00	18.00	19.00	18.00	19.00	19.00	19.00	18.44
T3	B12	18.00	18.00	19.00	19.00	19.00	18.00	18.00	19.50	18.00	18.50
T4	BT8	18.00	19.00	18.50	19.00	19.00	18.50	18.00	19.50	18.00	18.61
T5	BT4	18.00	19.00	19.00	19.00	19.50	18.50	19.00	20.00	19.00	19.00
T6	BT12	19.50	19.00	19.00	19.50	19.50	18.50	18.80	19.50	18.50	19.09
T7	TES	18.00	17.50	19.00	19.00	18.00	18.50	18.00	19.00	18.00	18.33

BLOQUE 3

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	17.00	17.00	17.00	17.00	18.00	16.50	18.00	19.00	18.00	17.50
T2	B8	19.00	19.00	18.00	19.00	18.00	17.50	17.00	17.00	17.00	17.94
T3	B12	17.00	18.00	18.50	17.00	18.00	18.00	17.00	18.00	19.00	17.83
T4	BT8	19.00	19.00	18.00	18.00	19.00	18.00	17.00	17.00	17.50	18.06
T5	BT4	19.00	19.50	18.00	18.00	19.00	18.00	17.00	18.00	17.50	18.22
T6	BT12	19.50	19.50	19.00	18.00	19.00	18.00	19.00	19.00	17.50	18.72
T7	TES	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	17.00	16.00	16.00	17.00	17.33

Recolección de información del tamaño de planta a los 68 días al momento de la cosecha

Tamaño (cm.)

BLOQUE 1

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	20.50	20.50	20.50	22.00	22.00	19.50	22.00	23.00	22.00	21.3
T2	B8	20.50	20.00	20.50	22.00	22.00	21.00	23.00	22.00	22.00	21.4
T3	B12	21.00	21.00	21.00	22.50	23.50	22.50	22.50	21.50	22.50	22.0
T4	BT8	20.50	20.50	20.50	21.50	21.50	21.00	23.50	21.50	24.00	21.6
T5	BT4	22.00	22.50	22.00	24.00	24.00	24.00	23.50	24.00	22.50	23.2
T6	BT12	22.00	22.00	22.50	24.00	23.00	24.00	23.00	24.00	23.50	23.1
T7	TES	20.00	20.00	20.00	21.00	23.00	21.00	21.00	22.00	21.00	21.0

BLOQUE 2

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	20.00	21.00	21.00	21.00	22.50	22.50	21.00	22.00	23.00	21.6
T2	B8	21.00	21.00	21.00	21.00	22.00	21.00	22.50	22.50	22.50	21.6
T3	B12	22.50	22.50	23.50	23.50	23.50	22.50	22.50	24.00	22.50	23.0
T4	BT8	21.50	22.50	22.00	22.50	22.50	22.00	21.00	23.00	21.00	22.0
T5	BT4	22.00	23.00	23.00	23.00	24.00	22.50	23.00	24.00	23.00	23.1
T6	BT12	24.00	23.00	23.00	24.50	24.00	24.50	24.00	24.50	24.00	23.9
T7	TES	20.00	20.00	20.50	20.50	19.50	20.00	19.50	20.50	19.50	20.0

BLOQUE 3

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	20.50	23.00	20.50	20.00	22.00	20.00	22.00	23.00	21.00	21.3
T2	B8	23.00	23.00	21.50	23.00	21.50	21.00	20.50	20.00	20.00	21.5
T3	B12	21.50	22.00	23.00	21.00	22.00	22.00	21.00	22.00	23.50	22.0
T4	BT8	21.00	20.00	20.00	20.00	21.00	20.00	19.00	19.00	20.00	20.0
T5	BT4	23.00	23.50	21.50	22.00	23.00	21.50	21.00	21.50	21.00	22.0
T6	BT12	24.00	24.00	23.50	22.50	24.00	22.50	23.50	23.50	21.50	23.2
T7	TES	21.50	22.50	22.00	21.00	22.00	21.00	19.00	19.00	21.00	21.0

Recolección de información del peso de planta a los 68 días, al momento de la cosecha

Peso (gr.)

BLOQUE 1

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	282	283	282	300	300	278	300	315	306	294
T2	B8	283	276	283	304	304	290	318	304	304	296
T3	B12	290	290	290	310	322	310	310	300	314	304
T4	BT8	283	283	283	296	296	290	324	296	331	298
T5	BT4	300	310	305	332	332	332	325	332	312	320
T6	BT12	306	306	314	335	320	335	320	335	300	319
T7	TES	278	275	278	290	319	290	290	300	290	290

BLOQUE 2

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	276	290	290	290	314	312	290	302	318	298
T2	B8	290	290	290	290	302	290	310	310	310	298
T3	B12	310	310	324	324	324	310	310	331	310	317
T4	BT8	297	311	304	311	311	304	290	318	290	304
T5	BT4	305	318	318	318	332	310	320	330	320	319
T6	BT12	330	320	320	340	320	340	330	340	330	330
T7	TES	270	260	270	270	360	260	260	270	264	276

BLOQUE 3

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	280	320	280	280	300	280	306	320	280	294
T2	B8	318	318	297	318	297	290	283	276	276	297
T3	B12	297	304	318	290	304	304	290	304	325	304
T4	BT8	290	276	276	276	290	276	262	262	276	276
T5	BT4	318	325	297	304	318	297	290	297	290	304
T6	BT12	330	330	320	310	330	310	320	330	300	320
T7	TES	350	300	300	280	300	280	260	260	280	290

Recolección de información del tamaño de la raíz de la planta a los 68 días, al momento de la cosecha

BLOQUE 1

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	6.0	6.5	6.0	6.0
T2	B8	6.0	5.0	6.0	6.0	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	6.1
T3	B12	6.5	6.5	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.5	7.0	6.7
T4	BT8	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	7.0	8.0	7.2
T5	BT4	6.5	7.0	6.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.5	7.0	7.1
T6	BT12	7.0	6.5	7.0	7.5	7.0	7.5	7.0	7.5	7.5	7.2
T7	TES	5.0	5.5	6.5	6.0	6.5	6.0	5.0	6.0	6.0	5.8

BLOQUE 2

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.0	6.1
T2	B8	6.0	5.5	6.0	6.5	6.5	5.0	6.5	6.5	6.5	6.1
T3	B12	5.5	6.0	5.5	7.0	6.0	7.0	7.0	6.0	7.0	6.3
T4	BT8	7.0	6.5	7.0	6.5	7.0	7.0	7.0	7.0	8.0	7.0
T5	BT4	6.5	7.0	6.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.5	7.0	7.1
T6	BT12	7.0	7.0	7.0	8.0	7.0	7.5	8.0	8.0	7.5	7.4
T7	TES	5.5	5.5	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	6.0	5.7

BLOQUE 3

TRATAMIENTOS	CODIGO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	PROMEDIO
T1	B4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	6.0	6.5	6.0	6.0
T2	B8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	6.5	6.5	6.5	6.1
T3	B12	6.5	7.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	7.0	7.0	6.7
T4	BT8	6.5	7.0	6.5	7.0	7.5	7.0	7.0	7.0	6.5	6.9
T5	BT4	6.5	6.5	7.0	7.0	7.5	6.5	7.0	7.5	7.0	6.9
T6	BT12	6.5	7.0	7.0	8.5	7.0	8.5	7.0	7.0	6.5	7.2
T7	TES	6.5	6.0	6.0	5.5	5.5	6.0	5.5	5.5	6.0	5.8

c) Costos de producción estimados por tratamiento

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Ha)					
Aspectos Generales		Variables tecnológicas			
Ambito	IESTP ANTA	Variables		Convencional	
Cultivo	Lechuga	Tratamiento BT12		12tn/ha	
Tipo del cultivo	plantulas	Preparación de terreno		Semimecanizada	
Variedad	Waldman's Green (Lechuga Crespa)	Plantacion		Manual	
Periodo vegetativo	68 días	Cosecha		Manual	
Fecha de Trasplante	1 de Julio de 2024	Rendimiento (plantas)		62,500.00	
Fecha de cosecha	6 de Setiembre de 2024	peso promedio (gr.)		323.00	
Extensión	1.00 hectarea	Densidad de planta		0.40m x0.40m	
Fecha	Setiembre				
RUBRO	Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Costo
Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna6	Columna10
A. COSTOS DIRECTOS					11,605.00
1. Insumos	Producto				7,025.00
plantulas	plantas de lechuga	und	0.01	62,500	625.00
Fertilizantes	Nitrato de amonio	Sacos	100.00	0	0.00
	Fosfato di amonico	Sacos	110.00	0	0.00
	Cloruro de potasio	Sacos	95.00	0	0.00
	Materia orgánica	Kg.	0.50	12,000	6,000.00
Trichoderma	Trichoderma	Kg.	100.00	4	400.00
	Abonos foliares	Kg. - l.	0.00	0	0.00
Plagidas	Insecticidas	Kg. - l.	100.00	0	0.00
	Adherente	L	160.00	0	0.00
	Desinfectante	Kg. - l.	120.00	0	0.00
	fungicidas	Kg. - l.	90.00	0	0.00
2. Mano de obra	Actividad				3740.00
Preparación de terreno	Limpieza	Jornal	55.00	4	220.00
Siembra	Abonamiento	Jornal	55.00	4	220.00
	Plantacion	Jornal	55.00	10	550.00
Labores agronómicas	Primer deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Segundo deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Aporque	Jornal	55.00	10	550.00
	Control fitosanitario	Jornal	55.00	0	0.00
Cosecha y post cosecha	Cosecha	Jornal	55.00	10	550.00
	Seleccion	Jornal	55.00	10	550.00
3. Mecanización	Actividad				840.00
Preparación de terreno	Arado	HM/DA	110.00	4	440.00
	Rastrado	HM/DA	100.00	2	200.00
	Surcado	HM/DA	100.00	2	200.00
B. COSTOS INDIRECTOS					990.00
Logística	cajas	Unidad	10.00	20	200.00
	nabaja de cosecha	Unidad	10.00	14	140.00
	Transporte	Flete	150.00	1	150.00
	Alquiler de Terreno	Campaña	1.00	500	500.00
COSTO TOTAL (A+B)					12,595.00
C. IMPREVISTOS (10 %)					1,259.50
COSTO DE PRODUCCION (S/.)					13,854.50

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Ha)					
Aspectos Generales		Variables tecnológicas			
Ámbito	IESTP ANTA	Variables		Convencional	
Cultivo	Lechuga	Tratamiento BT8		8tn/ha	
Tipo del cultivo	plantulas	Preparación de terreno		Semimecanizada	
Variedad	Waldman's Green (Lechuga Crespa)	Plantación		Manual	
Periodo vegetativo	68 días	Cosecha		Manual	
Fecha de Trasplante	1 de Julio de 2024	Rendimiento (plantas)		62,500.00	
Fecha de cosecha	6 de Setiembre de 2024	peso promedio (gr.)		314.33	
Extensión	1.00 hectarea	Densidad de planta		0.40m x0.40m	
Fecha	Setiembre				
RUBRO	Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Costo
Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna6	Columna10
A. COSTOS DIRECTOS					9,605.00
1. Insumos	Producto				5,025.00
plantulas	plantas de lechuga	und	0.01	62,500	625.00
Fertilizantes	Nitrato de amonio	Sacos	100.00	0	0.00
	Fosfato di amonico	Sacos	110.00	0	0.00
	Cloruro de potasio	Sacos	95.00	0	0.00
	Materia orgánica	Kg.	0.50	8,000	4,000.00
Trichoderma	Trichoderma	Kg.	100.00	4	400.00
	Abonos foliares	Kg. - l.	0.00	0	0.00
Plagidas	Insecticidas	Kg. - l.	100.00	0	0.00
	Adherente	L	160.00	0	0.00
	Desinfectante	Kg. - l.	120.00	0	0.00
	fungicidas	Kg. - l.	90.00	0	0.00
2. Mano de obra	Actividad				3740.00
Preparación de terreno	Limpieza	Jornal	55.00	4	220.00
Siembra	Abonamiento	Jornal	55.00	4	220.00
	Plantación	Jornal	55.00	10	550.00
Labores agronómicas	Primer deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Segundo deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Aporque	Jornal	55.00	10	550.00
	Control fitosanitario	Jornal	55.00	0	0.00
Cosecha y post cosecha	Cosecha	Jornal	55.00	10	550.00
	Selección	Jornal	55.00	10	550.00
3. Mecanización	Actividad				840.00
Preparación de terreno	Arado	HM/DA	110.00	4	440.00
	Rastrado	HM/DA	100.00	2	200.00
	Surcado	HM/DA	100.00	2	200.00
B. COSTOS INDIRECTOS					990.00
Logística	cajas	Unidad	10.00	20	200.00
	nabaja de cosecha	Unidad	10.00	14	140.00
	Transporte	Flete	150.00	1	150.00
	Alquiler de Terreno	Campaña	1.00	500	500.00
COSTO TOTAL (A+B)					10,595.00
C. IMPREVISTOS (10 %)					1,059.50
COSTO DE PRODUCCION (S/.)					11,654.50

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Ha)					
Aspectos Generales		Variables tecnológicas			
Ambito	IESTP ANTA	Variables		Convencional	
Cultivo	Lechuga	Tratamiento BT4		4tn/ha	
Tipo del cultivo	plantulas	Preparación de terreno		Semimecanizada	
Variedad	Waldman's Green (Lechuga Crespa)	Plantacion		Manual	
Periodo vegetativo	68 dias	Cosecha		Manual	
Fecha de Trasplante	1 de Julio de 2024	Rendimiento (plantas)		62,500.00	
Fecha de cosecha	6 de Setiembre de 2024	peso promedio (gr.)		292.67	
Extensión	1.00 hectarea	Densidad de planta		0.40m x0.40m	
Fecha	Setiembre				
RUBRO	Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Costo
Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna6	Columna10
A. COSTOS DIRECTOS					7,605.00
1. Insumos	Producto				3,025.00
plantulas	plantas de lechuga	und	0.01	62,500	625.00
Fertilizantes	Nitrato de amonio	Sacos	100.00	0	0.00
	Fosfato di amonico	Sacos	110.00	0	0.00
	Cloruro de potasio	Sacos	95.00	0	0.00
	Materia orgánica	Kg.	0.50	4,000	2,000.00
Trichoderma	Trichoderma	Kg.	100.00	4	400.00
	Abonos foliares	Kg. - l.	0.00	0	0.00
Plagicidas	Insecticidas	Kg. - l.	100.00	0	0.00
	Adherente	L	160.00	0	0.00
	Desinfectante	Kg. - l.	120.00	0	0.00
	fungicidas	Kg. - l.	90.00	0	0.00
2. Mano de obra	Actividad				3740.00
Preparación de terreno	Limpieza	Jornal	55.00	4	220.00
Siembra	Abonamiento	Jornal	55.00	4	220.00
	Plantacion	Jornal	55.00	10	550.00
Labores agronómicas	Primer deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Segundo deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Aporque	Jornal	55.00	10	550.00
	Control fitosanitario	Jornal	55.00	0	0.00
Cosecha y post cosecha	Cosecha	Jornal	55.00	10	550.00
	Seleccion	Jornal	55.00	10	550.00
3. Mecanización	Actividad				840.00
Preparación de terreno	Arado	HM/DA	110.00	4	440.00
	Rastrado	HM/DA	100.00	2	200.00
	Surcado	HM/DA	100.00	2	200.00
B. COSTOS INDIRECTOS					990.00
Logística	cajas	Unidad	10.00	20	200.00
	nabaja de cosecha	Unidad	10.00	14	140.00
	Transporte	Flete	150.00	1	150.00
	Alquiler de Terreno	Campaña	1.00	500	500.00
COSTO TOTAL (A+B)					8,595.00
C. IMPREVISTOS (10 %)					859.50
COSTO DE PRODUCCION (S/.)					9,454.50

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Ha)					
Aspectos Generales		Variables tecnológicas			
Ambito	IESTP ANTA	Variables		Convencional	
Cultivo	Lechuga	Tratamiento B12		12tn/ha	
Tipo del cultivo	plantulas	Preparación de terreno		Semimecanizada	
Variedad	Waldman's Green (Lechuga Crespa)	Plantacion		Manual	
Periodo vegetativo	68 dias	Cosecha		Manual	
Fecha de Trasplante	1 de Julio de 2024	Rendimiento (plantas)		62,500.00	
Fecha de cosecha	6 de Setiembre de 2024	peso promedio (gr.)		308.33	
Extensión	1.00 hectarea	Densidad de planta		0.40m x0.40m	
Fecha	Setiembre				
RUBRO	Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Costo
Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna6	Columna10
A. COSTOS DIRECTOS					11,205.00
1. Insumos	Producto				6,625.00
plantulas	plantas de lechuga	und	0.01	62,500	625.00
Fertilizantes	Nitrato de amonio	Sacos	100.00	0	0.00
	Fosfato di amonico	Sacos	110.00	0	0.00
	Cloruro de potasio	Sacos	95.00	0	0.00
	Materia orgánica	Kg.	0.50	12,000	6,000.00
Trichoderma	Trichoderma	Kg.	100.00	0	0.00
	Abonos foliares	Kg. - l.	0.00	0	0.00
Plagicidas	Insecticidas	Kg. - l.	100.00	0	0.00
	Adherente	L	160.00	0	0.00
	Desinfectante	Kg. - l.	120.00	0	0.00
	fungicidas	Kg. - l.	90.00	0	0.00
2. Mano de obra	Actividad				3740.00
Preparación de terreno	Limpieza	Jornal	55.00	4	220.00
Siembra	Abonamiento	Jornal	55.00	4	220.00
	Plantacion	Jornal	55.00	10	550.00
Labores agronómicas	Primer deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Segundo deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Aporque	Jornal	55.00	10	550.00
	Control fitosanitario	Jornal	55.00	0	0.00
Cosecha y post cosecha	Cosecha	Jornal	55.00	10	550.00
	Seleccion	Jornal	55.00	10	550.00
3. Mecanización	Actividad				840.00
Preparación de terreno	Arado	HM/DA	110.00	4	440.00
	Rastrado	HM/DA	100.00	2	200.00
	Surcado	HM/DA	100.00	2	200.00
B. COSTOS INDIRECTOS					990.00
Logística	cajas	Unidad	10.00	20	200.00
	nabaja de cosecha	Unidad	10.00	14	140.00
	Transporte	Flete	150.00	1	150.00
	Alquiler de Terreno	Campaña	1.00	500	500.00
COSTO TOTAL (A+B)					12,195.00
C. IMPREVISTOS (10 %)					1,219.50
COSTO DE PRODUCCION (S/.)					13,414.50

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Ha)					
Aspectos Generales		Variables tecnológicas			
Ambito	IESTP ANTA	Variables		Convencional	
Cultivo	Lechuga	Tratamiento B8		8tn/ha	
Tipo del cultivo	plantulas	Preparación de terreno		Semimecanizada	
Variedad	Waldman's Green (Lechuga Crespa)	Plantacion		Manual	
Periodo vegetativo	68 dias	Cosecha		Manual	
Fecha de Trasplante	1 de Julio de 2024	Rendimiento (plantas)		62,500.00	
Fecha de cosecha	6 de Setiembre de 2024	peso promedio (gr.)		297.00	
Extensión	1.00 hectarea	Densidad de planta		0.40m x0.40m	
Fecha	Setiembre				
RUBRO	Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Costo
Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna6	Columna10
A. COSTOS DIRECTOS					9,205.00
1. Insumos	Producto				4,625.00
plantulas	plantas de lechuga	und	0.01	62,500	625.00
Fertilizantes	Nitrato de amonio	Sacos	100.00	0	0.00
	Fosfato di amonico	Sacos	110.00	0	0.00
	Cloruro de potasio	Sacos	95.00	0	0.00
	Materia orgánica	Kg.	0.50	8,000	4,000.00
Trichoderma	Trichoderma	Kg.	100.00	0	0.00
	Abonos foliares	Kg. - l.	0.00	0	0.00
Plagicidas	Insecticidas	Kg. - l.	100.00	0	0.00
	Adherente	L	160.00	0	0.00
	Desinfectante	Kg. - l.	120.00	0	0.00
	fungicidas	Kg. - l.	90.00	0	0.00
2. Mano de obra	Actividad				3740.00
Preparación de terreno	Limpieza	Jornal	55.00	4	220.00
Siembra	Abonamiento	Jornal	55.00	4	220.00
	Plantacion	Jornal	55.00	10	550.00
Labores agronómicas	Primer deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Segundo deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Aporque	Jornal	55.00	10	550.00
	Control fitosanitario	Jornal	55.00	0	0.00
Cosecha y post cosecha	Cosecha	Jornal	55.00	10	550.00
	Seleccion	Jornal	55.00	10	550.00
3. Mecanización	Actividad				840.00
Preparación de terreno	Arado	HM/DA	110.00	4	440.00
	Rastrado	HM/DA	100.00	2	200.00
	Surcado	HM/DA	100.00	2	200.00
B. COSTOS INDIRECTOS					990.00
Logística	cajas	Unidad	10.00	20	200.00
	nabaja de cosecha	Unidad	10.00	14	140.00
	Transporte	Flete	150.00	1	150.00
	Alquiler de Terreno	Campaña	1.00	500	500.00
COSTO TOTAL (A+B)					10,195.00
C. IMPREVISTOS (10 %)					1,019.50
COSTO DE PRODUCCION (S/.)					11,214.50

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Ha)					
Aspectos Generales		Variables tecnológicas			
Ambito	IESTP ANTA	Variables		Convencional	
Cultivo	Lechuga	Tratamiento B4		4tn/ha	
Tipo del cultivo	plantulas	Preparación de terreno		Semimecanizada	
Variedad	Waldman's Green (Lechuga Crespa)	Plantacion		Manual	
Periodo vegetativo	68 dias	Cosecha		Manual	
Fecha de Trasplante	1 de Julio de 2024	Rendimiento (plantas)		62,500.00	
Fecha de cosecha	6 de Setiembre de 2024	peso promedio (gr.)		295.33	
Extensión	1.00 hectarea	Densidad de planta		0.40m x0.40m	
Fecha	Setiembre				
RUBRO	Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Costo
Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna6	Columna10
A. COSTOS DIRECTOS					7,205.00
1. Insumos	Producto				2,625.00
plantulas	plantas de lechuga	und	0.01	62,500	625.00
Fertilizantes	Nitrato de amonio	Sacos	100.00	0	0.00
	Fosfato di amonico	Sacos	110.00	0	0.00
	Cloruro de potasio	Sacos	95.00	0	0.00
	Materia orgánica	Kg.	0.50	4,000	2,000.00
Trichoderma	Trichoderma	Kg.	100.00	0	0.00
	Abonos foliares	Kg. - l.	0.00	0	0.00
Plagicidas	Insecticidas	Kg. - l.	100.00	0	0.00
	Adherente	L	160.00	0	0.00
	Desinfectante	Kg. - l.	120.00	0	0.00
	fungicidas	Kg. - l.	90.00	0	0.00
2. Mano de obra	Actividad				3740.00
Preparación de terreno	Limpieza	Jornal	55.00	4	220.00
Siembra	Abonamiento	Jornal	55.00	4	220.00
	Plantacion	Jornal	55.00	10	550.00
Labores agronómicas	Primer deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Segundo deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Aporque	Jornal	55.00	10	550.00
	Control fitosanitario	Jornal	55.00	0	0.00
Cosecha y post cosecha	Cosecha	Jornal	55.00	10	550.00
	Seleccion	Jornal	55.00	10	550.00
3. Mecanización	Actividad				840.00
Preparación de terreno	Arado	HM/DA	110.00	4	440.00
	Rastrado	HM/DA	100.00	2	200.00
	Surcado	HM/DA	100.00	2	200.00
B. COSTOS INDIRECTOS					990.00
Logística	cajas	Unidad	10.00	20	200.00
	nabaja de cosecha	Unidad	10.00	14	140.00
	Transporte	Flete	150.00	1	150.00
	Alquiler de Terreno	Campaña	1.00	500	500.00
COSTO TOTAL (A+B)					8,195.00
C. IMPREVISTOS (10 %)					819.50
COSTO DE PRODUCCION (S/.)					9,014.50

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA (Ha)					
Aspectos Generales		Variables tecnológicas			
Ambito	IESTP ANTA	Variables		Convencional	
Cultivo	Lechuga	Tratamiento Testigo		Testigo	
Tipo del cultivo	plantulas	Preparación de terreno		Semimecanizada	
Variedad	Waldman's Green (Lechuga Crespa)	Plantacion		Manual	
Periodo vegetativo	68 dias	Cosecha		Manual	
Fecha de Trasplante	1 de Julio de 2024	Rendimiento (plantas)		62,500.00	
Fecha de cosecha	6 de Setiembre de 2024	peso promedio (gr.)		285.33	
Extensión	1.00 hectarea	Densidad de planta		0.40m x0.40m	
Fecha	Setiembre				
RUBRO	Descripción	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Costo
Columna1	Columna2	Columna3	Columna4	Columna6	Columna10
A. COSTOS DIRECTOS					5,205.00
1. Insumos	Producto				625.00
plantulas	plantas de lechuga	und	0.01	62,500	625.00
Fertilizantes	Nitrato de amonio	Sacos	100.00	0	0.00
	Fosfato di amonico	Sacos	110.00	0	0.00
	Cloruro de potasio	Sacos	95.00	0	0.00
	Materia orgánica	Kg.	0.50	0	0.00
Trichoderma	Trichoderma	Kg.	100.00	0	0.00
	Abonos foliares	Kg. - l.	0.00	0	0.00
Plagicidas	Insecticidas	Kg. - l.	100.00	0	0.00
	Adherente	L	160.00	0	0.00
	Desinfectante	Kg. - l.	120.00	0	0.00
	fungicidas	Kg. - l.	90.00	0	0.00
2. Mano de obra	Actividad				3740.00
Preparación de terreno	Limpieza	Jornal	55.00	4	220.00
Siembra	Abonamiento	Jornal	55.00	4	220.00
	Plantacion	Jornal	55.00	10	550.00
Labores agronómicas	Primer deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Segundo deshierbe	Jornal	55.00	10	550.00
	Aporque	Jornal	55.00	10	550.00
	Control fitosanitario	Jornal	55.00	0	0.00
Cosecha y post cosecha	Cosecha	Jornal	55.00	10	550.00
	Seleccion	Jornal	55.00	10	550.00
3. Mecanización	Actividad				840.00
Preparación de terreno	Arado	HM/DA	110.00	4	440.00
	Rastrado	HM/DA	100.00	2	200.00
	Surcado	HM/DA	100.00	2	200.00
B. COSTOS INDIRECTOS					990.00
Logística	cajas	Unidad	10.00	20	200.00
	nabaja de cosecha	Unidad	10.00	14	140.00
	Transporte	Flete	150.00	1	150.00
	Alquiler de Terreno	Campaña	1.00	500	500.00
COSTO TOTAL (A+B)					6,195.00
C. IMPREVISTOS (10 %)					619.50
COSTO DE PRODUCCION (S/.)					6,814.50

d) Caracterización físico-química y mecánica de muestras de Bocashi y suelo agrícola recolectadas en parcelas del IESTP Anta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO
Calle Tigne N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- CIUDAD UNIVERSITARIA
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232175 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL
Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FÓRTUNATO L. HERRERA"
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD - MECANICO.

PROCEDENCIA DE MUESTRA : PARCELAS IESTP ANTA-CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : ING. MARIA RINA VASQUEZ MORA.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

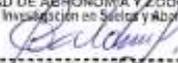
N°	CLAVE	mmhos/c.c. C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	M.ORGANICA	0.40	8.40	0.00	17.93	0.90	108.2	650
02	M. SUELO	0.31	7.94	0.00	1.86	0.09	44.8	412

ANALISIS MECANICO :

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	M. ORGANICA	0.00	0.00	0.00	0.00	MUESTRA ORGANICA
02	M. SUELO	0.00	13	36	51	ARCILLA-LIMOSO

CUSCO, 25 DE JUNIO DEL 2024.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA)


Ing. Mg. Arcadio Calderon Choquechambi
DIRECTOR

e) Análisis de Fertilidad y Propiedades Físico-Mecánicas del Suelo en Tratamientos Ganadores (BT12, BT8 y B12)



**LABORATORIO DE ANALISIS
QUIMICO, FISICO DE SUELOS
AGUAS Y PLANTAS**

CALLE ALMAGRO N° 190
TELF.: 277471 - CEL: 984 163025
SAN JERÓNIMO - CUSCO



INFORME DE ANALISIS

TIPO ANALISIS : FERTILIDAD – FISICO MECANICO,
 PROCEDENCIA DE MUESTRAS : C.C. SAN NICOLAS DE BARI, SECTOR LAHUAYLLA P. E. ZURITE ANTA – CUSCO,
 INSTITUCION SOLICITANTE : I. E. S. T. P. – ANTA,

ANALISIS DE FERTILIDAD:

N°	CLAVE	mmhos/cm. C.E.	pH	% CARBONO	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	T-1	0.76	7.58	1.52	2.62	0.13	16.1	337
02	T-2	1.07	7.54	1.12	1.93	0.10	17.3	575
03	T-3	0.67	7.48	2.40	4.13	0.21	25.6	827

ANALISIS FISICO MECANICO :

N°	CLAVE	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE TEXTURAL
01	T-1	25	42	33	FRANCO-ARCILLOSO
02	T-2	24	40	36	FRANCO-ARCILLOSO
03	T-3	35	36	29	FRANCO-ARCILLOSO

CUSCO, 05 DE OCTUBRE DEL 2024.



ING. AGRO. Marco Antonio Tapura Cayo
 CIP 1217601
 QUIMICA DE SUELOS Y FERTILIZANTES

f) Registro fotográfico del proceso experimental

Proceso de Preparación del Bocashi:
Apilando materiales orgánicos.



Proceso de Preparación del Bocashi: Pila de
materiales orgánicos: restos vegetales, tierra
y otros componentes orgánicos.



Incorporación de afrecho en la Preparación
de Bocashi



Proceso de Preparación del Bocashi: Apilado
de Materiales Orgánicos para Bocashi



Mezcla de Materiales para la Preparación de Bocashi.



Volteo de la Pila de Bocashi para Aireación.



Bocashi en Proceso: 20 Días de Fermentación



Bocashi Listo: 30 Días de Fermentación Aproximadamente





Trazado del Campo Experimental para el Proyecto



Delimitación de Parcelas en el Campo Experimental



Campo Experimental Trazado y Preparado para Iniciar el Proyecto



Aplicación de Bocashi en el Campo Experimental



Campo Preparado para Incorporar Bocashi y *Trichoderma spp.*



Trasplante y Riego Inicial de Plántulas de Lechuga en la Parcela Experimental



Identificación de Tratamientos en la Parcela Experimental de Lechuga





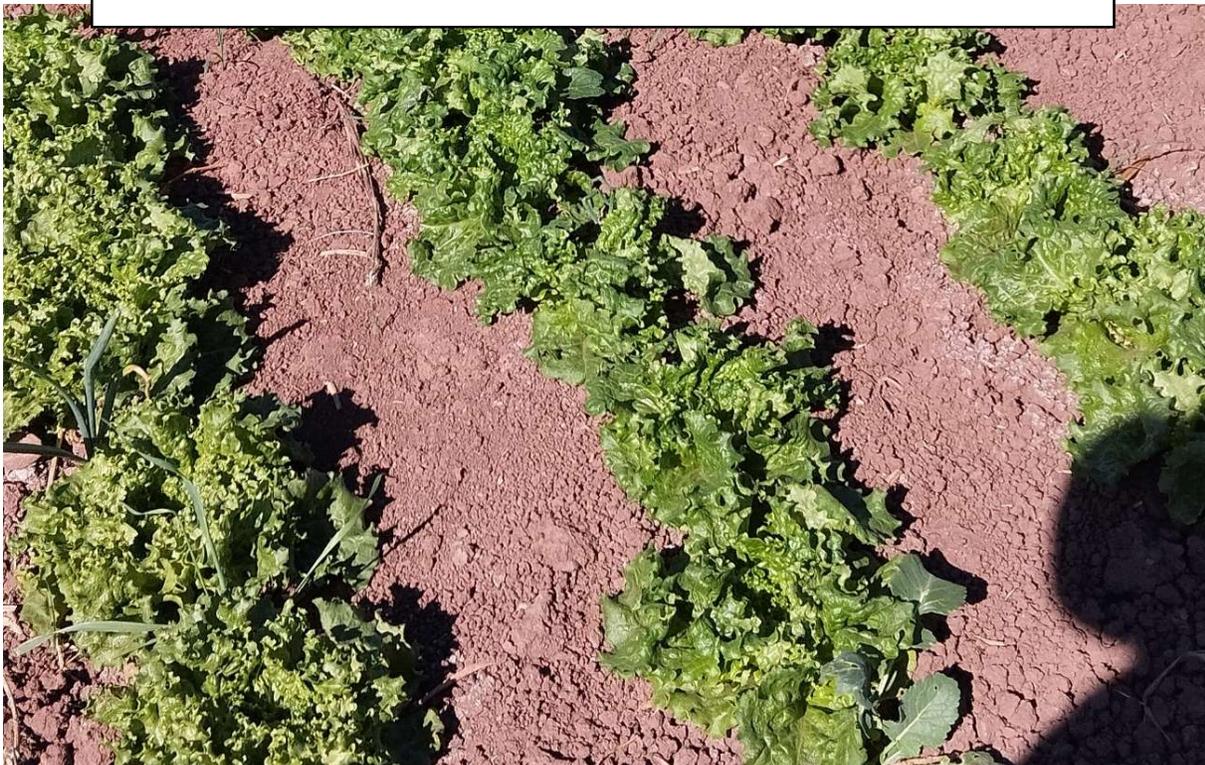
Verificación de la Ejecución del Proyecto por el Asesor

Revisión In Situ del Proyecto de Investigación por el Asesor





Desarrollo y Crecimiento de las Plantas de Lechuga en el Campo





Medición de Tamaño de Planta y Raíz en el Cultivo de Lechuga



Medición de Altura de la Lechuga.

Peso de la Lechuga en Balanza Digital

