

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos
(trichoderma y saccharomyces cerevisiae) en la elaboración de
bocashi y su relación con los pisos altitudinales”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Evangelista Anchante, Luis Diego

ASESORA: Campos Gonzales, Mildred Margarita

HUÁNUCO – PERÚ
2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ()
- UDH ()
- Fondos Concursables (X)

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72140332

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72257793

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0009-0008-0885-4883

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milto Edwin	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-002-5671-1907
3	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114 -4114



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 27 del mes de agosto del año 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

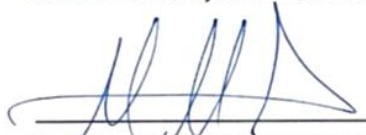
- Dr. Milton Edwin Morales Aquino (Presidente)
- Mg. Raul Cajahuanca Torres (Secretario)
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1443-2026-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: **"EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS VARIEDADES DE HONGOS (TRICHODERMA Y SACCHAROMYCES CEREVISIAE) EN LA ELABORACIÓN DE BOCASHI Y SU RELACIÓN CON LOS PISOS ALTITUDINALES"**, presentado por el (la) Bach. **EVANGELISTA ANCHANTE, LUIS DIEGO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **aprobado**. Por **unanimidad** con el calificativo cuantitativo de **100** y cualitativo de **suficiente**. (Art. 47)

Siendo las **16.50** horas del día **27** del mes de **agosto** del año **2026**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Dr. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Presidente


Mg. Raul Cajahuanca Torres
DNI: 22511841
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Secretario


Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas
DNI: 22471306
ORCID: 0000-0002-5114-4114
Vocal



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE**, de la investigación titulada "**Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*trichoderma* y *saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales**", con asesor(a): **MILDRED MARGARITA CAMPOS GONZALES**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 0613-2026-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **14 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 30 de julio de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una vigencia de cuatro (4) meses, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 30 de noviembre de 2026.

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfono: 952 069 844
Huánuco - Perú

122. Evangelista Anchante, Luis Diego.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	12%	4%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
	Trabajo del estudiante	
3	digebis.com	1%
	Fuente de Internet	
4	www.slideshare.net	1%
	Fuente de Internet	
5	alicia.concytec.gob.pe	<1%
	Fuente de Internet	
6	cia.uagraria.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	
7	sci-platform.org	<1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad de Huanuco	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	repositorio.upeu.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
10	dspace.espoch.edu.ec	<1%
	Fuente de Internet	



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis, en primer lugar, a Dios, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para perseverar en cada etapa de mi formación profesional.

A mis padres, por su amor incondicional, sacrificio constante y apoyo moral, quienes han sido el pilar fundamental para alcanzar mis metas académicas y personales.

A mis familiares y seres queridos, por su confianza, palabras de aliento y comprensión durante todo el proceso de elaboración de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por guiar mis pasos y permitirme culminar con éxito esta importante etapa de mi vida profesional.

A la Universidad, por la formación académica recibida y por brindarme las herramientas necesarias para desarrollar la presente investigación.

A mi asesor de tesis, por su orientación, paciencia y valiosos aportes técnicos y metodológicos que hicieron posible la culminación de este trabajo.

A los docentes de la Universidad de Huánuco del programa académico de Ingeniería Ambiental, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi formación académica y científica.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVO GENERAL	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS.....	24

2.2.1. ABONOS ORGÁNICOS.....	24
2.2.2. Bocashi.....	27
2.2.3. SACCHAROMYCES.....	32
2.2.4. TRICHODERMA.....	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	36
2.4. HIPÓTESIS.....	37
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	37
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS	38
2.5. VARIABLES	39
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	39
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	39
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	40
CAPÍTULO III	41
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.1. ENFOQUE.....	41
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	41
3.1.3. DISEÑO.....	41
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	42
3.2.1. POBLACIÓN.....	42
3.2.2. MUESTRA.....	43
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	44
CAPÍTULO IV	45
RESULTADOS	45
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	45

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS	67
CAPÍTULO V	71
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proporciones para producir Bocashi	27
Tabla 2 Diagrama de elaboración Bocashi	30
Tabla 3 Cuadro de operacionalización de variables	40
Tabla 4 Coordenadas de ubicación del predio en Shishmay	42
Tabla 5 Coordenadas de ubicación del predio en Paucar	43
Tabla 6 Coordenadas de ubicación del predio en Cachuna	43
Tabla 7 Concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi en Shismay	45
Tabla 8 Concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi en Paucar	47
Tabla 9 Concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi en Cachuna	48
Tabla 10 Datos registradas en Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación del bocashi	50
Tabla 11 Datos promedio según tratamiento en Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación de 30 días del bocashi	54
Tabla 12 Parámetros evaluados del bocashi elaborado con <i>Trichoderma</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en Shishmay (3166 msnm)	56
Tabla 13 Parámetros evaluados del bocashi elaborado con <i>Trichoderma</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en Paucar (2809 msnm)	57
Tabla 14 Parámetros evaluados del bocashi elaborado con <i>Trichoderma</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en Cachuna (2331 msnm)	58
Tabla 15 Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para las concentraciones de nutrientes del bocashi según tratamiento y pisos altitudinales	67
Tabla 16 Análisis de regresión lineal múltiple de las variables ambientales sobre los parámetros físico-químicos del bocashi	68
Tabla 17 Prueba t de Student para la comparación de la eficiencia de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la estabilización de nutrientes del bocashi	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Forma de aplicación de Bocashi.....	30
Figura 2 Funciones y mecanismos de acción de Trichoderma en la rizosfera.....	35
Figura 3 Concentración de nitrógeno y materia orgánica del bocashi en Shisma.....	45
Figura 4 Concentración de fósforo y potasio del bocashi en Shismay	46
Figura 5 Concentración de nitrógeno y materia orgánica del bocashi en Paucar.....	47
Figura 6 Concentración de fósforo y potasio del bocashi en Paucar	48
Figura 7 Concentración de nitrógeno y materia orgánica del bocashi en Cachuna.....	49
Figura 8 Concentración de fósforo y potasio del bocashi en Cachuna	49
Figura 9 Relación entre la temperatura mínima y la altitud	51
Figura 10 Relación entre la temperatura máxima y la altitud.....	51
Figura 11 Relación entre la temperatura promedio y la altitud	52
Figura 12 Relación entre la humedad relativa promedio y la altitud	52
Figura 13 Relación entre la precipitación promedio y la altitud	53
Figura 14 Condiciones ambientales promedio según tratamiento y piso altitudinal durante el proceso de fermentación del bocashi	55
Figura 15 Comparación del pH del bocashi	58
Figura 16 Comparación de la conductividad eléctrica (CE) del bocashi	59
Figura 17 Comparación del contenido de nitrógeno (N) del bocashi	59
Figura 18 Comparación del contenido de materia orgánica del bocashi	60
Figura 19 Comparación de la relación carbono/nitrógeno (C/N) del bocashi.....	60
Figura 20 Comparación del contenido de fósforo (P) del bocashi	61
Figura 21 Comparación del contenido de potasio (K) del bocashi.....	61
Figura 22 Comparación del contenido de calcio (Ca) del bocashi.....	62
Figura 23 Comparación del contenido de magnesio (Mg) del bocashi	62
Figura 24 Comparación del contenido de arena (%) en el bocashi	63
Figura 25 Comparación del contenido de arcilla (%) en el bocashi	63
Figura 26 Comparación del contenido de limo (%) en el bocashi.....	64
Figura 27 Comparación del contenido de boro (B) en el bocashi	64

Figura 28 Comparación del contenido de cobre (Cu) en el bocashi	65
Figura 29 Comparación del contenido de hierro (Fe) del bocashi	65
Figura 30 Comparación del contenido de manganeso (Mn) del bocashi	66
Figura 31 Comparación del contenido de zinc (Zn) del bocashi	66

RESUMEN

Mi investigación titulada: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales. Tuvo como objetivo comparar la eficiencia de los hongos *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración de bocashi en relación con las condiciones ambientales presentes en los diferentes pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay. El estudio fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental con pre y post prueba. Se desarrolló en tres localidades ubicadas en diferentes pisos altitudinales: Shishmay (3166 m.s.n.m.), Paucar (2809 m.s.n.m.) y Cachuna (2331 m.s.n.m.). Para la elaboración del bocashi se utilizaron materiales orgánicos inoculados con los hongos *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae*. Los resultados evidenciaron diferencias en la concentración de nutrientes según el tipo de hongo y el piso altitudinal, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). En Shishmay y Cachuna, el bocashi inoculado con *Trichoderma* spp. presentó mayores concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica, mientras que en Paucar el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* mostró valores superiores en estos parámetros. Asimismo, se observó que las condiciones ambientales influyeron en el proceso de fermentación y en la calidad final del bocashi; no obstante, dicha influencia no fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Se concluye que ambos microorganismos favorecen la producción de bocashi; sin embargo, la eficiencia del proceso depende de las condiciones ambientales presentes en cada piso altitudinal.

Palabras clave: Bocashi, *Trichoderma* spp, *Saccharomyces cerevisiae*, pisos altitudinales, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

My research entitled: Evaluation of the Efficiency of Fungal Varieties (*Trichoderma* spp. and *Saccharomyces cerevisiae*) in the Production of Bocashi and Its Relationship with Altitudinal Zones. The objective of this study was to compare the efficiency of the fungi *Trichoderma* spp. and *Saccharomyces cerevisiae* in the production of bocashi in relation to the environmental conditions present at the different altitudinal zones of Cachuna, Paucar, and Shishmay. The study was applied in nature, with a quantitative approach and a quasi-experimental design involving pre- and post-tests. It was conducted in three locations situated at different altitudinal zones: Shishmay (3,166 m a.s.l.), Paucar (2,809 m a.s.l.), and Cachuna (2,331 m a.s.l.). For the production of bocashi, organic materials inoculated with the fungi *Trichoderma* spp. and *Saccharomyces cerevisiae* were used. The results showed differences in nutrient concentrations according to the type of fungus and the altitudinal zone; however, these differences were not statistically significant ($p > 0.05$). In Shishmay and Cachuna, the bocashi inoculated with *Trichoderma* spp. presented higher concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium, and organic matter, whereas in Paucar, the treatment with *Saccharomyces cerevisiae* showed higher values for these parameters. Likewise, it was observed that environmental conditions influenced the fermentation process and the final quality of the bocashi; nevertheless, this influence was not statistically significant ($p > 0.05$). It is concluded that both microorganisms promote bocashi production; however, the efficiency of the process depends on the environmental conditions present at each altitudinal zone.

Keywords: Bocashi, *Trichoderma* spp., *Saccharomyces cerevisiae*, altitudinal zones, physicochemical parameters.

INTRODUCCIÓN

La fertilidad del suelo constituye uno de los factores fundamentales para el desarrollo sostenible de la agricultura. En muchas zonas agrícolas, el uso excesivo de fertilizantes químicos ha generado problemas de degradación del suelo, pérdida de materia orgánica y disminución de la actividad biológica. Frente a esta problemática, los abonos orgánicos representan una alternativa viable para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

El bocashi es un abono orgánico obtenido mediante un proceso de fermentación controlada de materiales orgánicos como estiércol, residuos vegetales, ceniza y otros insumos disponibles localmente. Este proceso es favorecido por la acción de microorganismos que descomponen la materia orgánica y liberan nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Entre los microorganismos utilizados con mayor frecuencia en la elaboración de bocashi destacan los hongos *Trichoderma* spp. y la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, los cuales presentan la capacidad de acelerar los procesos de descomposición y fermentación de los residuos orgánicos.

A pesar de ello, la eficiencia de estos microorganismos puede variar dependiendo de las condiciones ambientales presentes durante el proceso de fermentación, tales como la temperatura, la humedad y la precipitación. Estos factores están estrechamente relacionados con los pisos altitudinales, los cuales presentan características climáticas diferentes que pueden influir en la actividad microbiana y en la transformación de la materia orgánica.

En la región de estudio se encuentran diferentes pisos altitudinales como Cachuna, Paucar y Shishmay, los cuales presentan variaciones en sus condiciones ambientales. Estas diferencias podrían influir en la eficiencia de los microorganismos utilizados en la elaboración del bocashi y en la concentración de nutrientes del abono obtenido.

Por ello, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia de los hongos *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración de bocashi y su relación con las condiciones ambientales presentes en los diferentes pisos altitudinales, con la finalidad de identificar el tratamiento más eficiente para la producción de abonos orgánicos de calidad.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel internacional, la agricultura sostenible ha impulsado el uso de abonos orgánicos fermentados como el bocashi, producto cuya aplicación ha mostrado efectos positivos en la productividad agrícola y en la nutrición de cultivos a través de prácticas biológicas. Por ejemplo, investigaciones en zonas áridas de Perú encontraron que el uso de bocashi con microorganismos eficaces incrementó el rendimiento total de cultivos de fresa hasta 6,942 t·ha⁻¹, siendo superior a otras combinaciones de tratamientos evaluados. Asimismo, estudios en hortalizas como lechuga y cebolla reportan rendimientos de 21.43 t·ha⁻¹ y 16.07 t·ha⁻¹, respectivamente, cuando se aplica bocashi, con porcentajes de prendimiento superiores al 95 % en casos específicos. Estos datos indican que la aplicación de abonos orgánicos fermentados no solo aporta nutrientes, sino que también favorece condiciones microbianas que potencian el crecimiento vegetal. Sin embargo, la eficiencia de la fermentación y la calidad final del producto dependen de la actividad de los microorganismos involucrados, la cual puede variar sustancialmente según factores ambientales, especialmente la altitud, que afecta variables como temperatura y humedad durante la fermentación. A pesar del creciente interés por el bocashi, la mayoría de investigaciones internacionales presentan datos aislados sobre rendimiento de cultivos y no integran comparaciones específicas de la eficiencia de microorganismos como *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en condiciones ambientales contrastantes, lo cual representa una brecha de conocimiento científico. Esta carencia limita la capacidad de adaptar métodos de producción de bocashi a distintos pisos altitudinales, especialmente en regiones montañosas donde la variación climática influye en la actividad microbiana y en la calidad del abono.

En el Perú, el empleo de abonos orgánicos como el bocashi ha sido promovido en diversas regiones como una práctica agrícola sostenible que reduce costos y dependencia de fertilizantes sintéticos. A nivel nacional, se han implementado iniciativas de capacitación para productores en la elaboración de bocashi utilizando insumos accesibles como levadura, ceniza

y materia orgánica local, con el objetivo de potenciar la producción agrícola y la producción ecológica. El interés en estos bio productos responde al reconocimiento de múltiples beneficios, entre ellos un incremento de microorganismos benéficos en el suelo, mayor retención de humedad y mejora de la estructura del terreno, lo que favorece el desarrollo de cultivos diversos. A pesar de esto, no existen estudios nacionales que cuantifiquen comparativamente la eficiencia de distintos microorganismos utilizados en la fermentación del bocashi bajo condiciones ambientales peruanas heterogéneas. Esto es especialmente cierto para organismos como *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae*, cuyas funciones dentro de procesos de fermentación podrían influir en la rapidez y la calidad de la descomposición de la materia orgánica y en la disponibilidad de nutrientes en el producto final. La ausencia de esta información plantea una limitación significativa para optimizar las prácticas de producción de bocashi adaptadas a los distintos pisos altitudinales del país, desde zonas bajas hasta áreas altoandinas. Sin dicha evidencia, los agricultores aplican protocolos generalizados de producción sin considerar cómo las condiciones específicas de altitud pueden afectar el desempeño microbiano y la eficiencia del producto, lo que puede traducirse en variación en la calidad del bocashi y, por ende, en la efectividad agronómica en diferentes regiones del Perú.

En el contexto local del Valle de Huánuco, las localidades de Cachuna, Paucar y Shishmay se caracterizan por presentar altitudes diferenciadas, lo que genera variaciones ambientales que podrían influir en la fermentación y calidad del bocashi producido en cada zona. En estas localidades, la elaboración de bocashi es una práctica común entre los agricultores, pero no existe evidencia científica que determine si la inclusión de microorganismos específicos como *Trichoderma* o *Saccharomyces cerevisiae* mejora la eficiencia del proceso de fermentación frente a un bocashi convencional sin inoculación. Esta situación genera un vacío de conocimiento local sobre la relación entre altitud, actividad microbiana y calidad nutricional del bocashi. Estudios regionales han observado que la materia orgánica de bocashi fermentados puede situarse entre 49 % y 56 % cuando se evalúa con distintos tratamientos microbianos, lo que sugiere que la composición del bocashi varía notablemente según las condiciones de fermentación. Sin embargo, estos

estudios no han vinculado tales variaciones con factores altitudinales ni con microorganismos específicos como los que propone esta investigación. En zonas como Shishmay, con condiciones climáticas más frías y menor oxigenación relativa, se podrían observar reducciones en la actividad microbiana durante la fermentación, lo que afectaría la eficiencia y calidad del bocashi elaborado. Por el contrario, en áreas de menor altitud como Cachuna, las condiciones ambientales podrían favorecer una fermentación más activa, incrementando la eficiencia de los microorganismos involucrados. Esta disparidad potencial plantea la necesidad urgente de investigar experimentalmente cómo *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* influyen en la eficiencia del bocashi en función de los pisos altitudinales municipales, permitiendo así recomendaciones técnicas precisas para cada localidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficiencia comparativa de los hongos *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración de bocashi y cómo se relaciona dicha eficiencia con los diferentes pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi elaborado sin inoculación de hongos y del bocashi elaborado con *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en cada piso altitudinal?

¿Cuáles son las condiciones ambientales (temperatura, humedad y precipitación) entre los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación del bocashi?

¿Qué diferencias se presentan entre *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en la eficiencia fermentativa y en la estabilización de nutrientes del bocashi considerando los diferentes pisos altitudinales?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Comparar la eficiencia de los hongos *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración de bocashi en relación con las condiciones ambientales presentes en los diferentes pisos altitudinales de Cachuna,

Paucar y Shishmay.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi elaborado sin inoculación de hongos y del bocashi elaborado con *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en cada piso altitudinal.

Determinar las condiciones ambientales (temperatura, humedad y precipitación) de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación del bocashi.

Comparar la eficiencia de *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en la estabilización de nutrientes y la madurez final del bocashi en los diferentes pisos altitudinales.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se justifica por la necesidad de optimizar la elaboración de abonos orgánicos fermentados, específicamente el bocashi, considerando la influencia de microorganismos benéficos y las condiciones ambientales asociadas a los diferentes pisos altitudinales del Valle de Huánuco. El bocashi constituye una alternativa ampliamente utilizada en sistemas agrícolas sostenibles debido a su capacidad para mejorar la disponibilidad de nutrientes y aprovechar residuos orgánicos locales; sin embargo, su calidad y eficiencia dependen directamente del proceso de fermentación y de la actividad microbiana involucrada. En este contexto, resulta necesario evaluar de manera comparativa la eficiencia de *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración de bocashi bajo condiciones altitudinales contrastantes, debido a que factores como la temperatura, la humedad y la precipitación pueden modificar significativamente el comportamiento de estos microorganismos.

Desde el punto de vista teórico, la investigación aporta a la microbiología aplicada y a la agroecología al generar información científica sobre el desempeño fermentativo de *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en diferentes pisos altitudinales, una temática poco abordada en estudios previos. Los resultados permitirán comprender cómo la variabilidad ambiental influye en la eficiencia de fermentación, la madurez del bocashi y su composición nutricional, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento

sobre la producción de abonos orgánicos adaptados a condiciones altoandinas.

En el ámbito práctico y ambiental, el estudio promueve el uso eficiente de abonos orgánicos elaborados localmente, reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos y fomentando prácticas agrícolas sostenibles. La generación de recomendaciones técnicas diferenciadas según el piso altitudinal permitirá mejorar la calidad del bocashi producido en localidades como Cachuna, Paucar y Shishmay, optimizando el aprovechamiento de insumos disponibles y favoreciendo una agricultura más resiliente frente a la variabilidad climática.

Desde la perspectiva socioeconómica, la investigación beneficiará directamente a los agricultores locales al proporcionar información técnica que contribuya a mejorar la eficiencia del bocashi, un abono de bajo costo y fácil elaboración. La optimización del proceso fermentativo permitirá obtener un producto de mayor calidad nutricional, favoreciendo el desarrollo de cultivos como papa, maíz y hortalizas, fortaleciendo la seguridad alimentaria y mejorando la sostenibilidad de los sistemas productivos del Valle de Huánuco.

1.6. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación presentó algunas limitaciones que fueron consideradas al momento de interpretar los resultados. En primer lugar, la disponibilidad de laboratorios especializados para el análisis de parámetros nutricionales del bocashi en la región de Huánuco era limitada, lo que podía requerir la realización de análisis en laboratorios externos o el uso de metodologías estandarizadas accesibles. Asimismo, la escasez de estudios previos a nivel local sobre la eficiencia de *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* en la elaboración de bocashi bajo diferentes pisos altitudinales dificulta la comparación directa de los resultados obtenidos. Finalmente, las condiciones ambientales propias de cada piso altitudinal, especialmente las variaciones de temperatura y humedad durante el proceso de fermentación, constituyen factores no controlables que pueden generar variabilidad en los resultados experimentales.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

A pesar de las limitaciones identificadas, la investigación fue viable desde los puntos de vista técnico, metodológico y logístico. La factibilidad del

estudio se sustentó en la disponibilidad de insumos locales necesarios para la elaboración del bocashi, así como en el acceso a las localidades de Cachuna, Paucar y Shishmay, lo que facilitó el desarrollo del trabajo de campo. Asimismo, existió suficiente bibliografía científica nacional e internacional sobre elaboración de bocashi, fermentación y uso de microorganismos benéficos, lo que permitió construir un marco teórico sólido. El diseño experimental propuesto es acorde con los recursos disponibles y el tiempo asignado para la ejecución del estudio, garantizando la recolección y análisis de datos confiables. En consecuencia, el proyecto contó con las condiciones necesarias para su ejecución y para la obtención de resultados válidos y aplicables al contexto agrícola local.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Hernández (2022) en su tesis “Caracterización de aislados nativos de *Trichoderma* spp. para el control de hongos de suelo, Olancho - Honduras”, presentada en la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua, tuvo como objetivo caracterizar y seleccionar aislados nativos de *Trichoderma* spp. promisorios para el control de hongos fitopatógenos causantes del mal de talluelo en tomate. Para la metodología se colectaron muestras de suelo en Catacamas, Olancho (Honduras), de las cuales se seleccionaron 10 aislados de *Trichoderma* spp., evaluándose su morfometría, ritmo de crecimiento radial, competencia y antagonismo frente a *Fusarium* sp en cultivo dual, además de su eficacia en invernadero sobre plántulas de tomate. Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza y prueba de Tukey. Los resultados mostraron que los aislados F4M3 y F3M2 alcanzaron un crecimiento acelerado de 12 a 48 horas y presentaron los mejores niveles de parasitismo, destacando el aislado F4M3 con un control del 100% del fitopatógeno. Asimismo, se registró la menor incidencia de mal de talluelo en plántulas tratadas con los aislados F4M3 y F3M2. Se concluye que ciertos aislados nativos de *Trichoderma* spp. poseen un alto potencial como agentes biorremediadores y bio controladores en cultivos de tomate.

Enríquez (2022), en su investigación titulada “Efecto del Bocashi en las características físicas y químicas de un suelo arenoso para la producción de piña MD-2 en ambiente protegido”, realizada en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Agrícola Experimental Bajío, en Veracruz – México, tuvo como objetivo evaluar el impacto del abono Bocashi sobre las propiedades físicas y fisicoquímicas del suelo en la producción de piña. Para ello, se implementaron siete fertilizaciones, dos condiciones de acolchado y tres tipos de agregados, que en conjunto conformaron 42 tratamientos, en

los que se evaluaron granulometría, nitrógeno total, materia orgánica, carbono y la relación C/N. El Bocashi fue aplicado en diferentes proporciones con respecto a la fertilización mineral (100/0, 60/40, 40/60, 20/80 y 0/100), además de un testigo sin fertilización y un tratamiento con dosis superior a la recomendada de N-P-K-Mg (18-6-18-4). Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.005$) en granulometría entre tratamientos, así como una mejor disponibilidad de materia orgánica, nitrógeno total y carbono en el suelo debido al efecto del Bocashi. Se concluyó que la aplicación del Bocashi optimiza la calidad edáfica y mejora las condiciones del suelo arenoso, favoreciendo la nutrición y desarrollo del cultivo de piña MD-2.

Zambrano (2022) en su investigación titulada “Efecto de la aplicación de *Saccharomyces* y *Trichoderma* en la descomposición de residuos de podas del cultivo de guanábana (*Annona muricata*)”. Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Milagro - Ecuador, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de estos microorganismos en la descomposición de residuos vegetales procedentes de podas de guanábana. El estudio fue de carácter experimental, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2, considerando cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se aplicaron dos factores: *Saccharomyces* (A1) y *Trichoderma* (A2), en dos dosis (1 g/l y 2 g/l). Los resultados mostraron que *Trichoderma* alcanzó mayores temperaturas en la fase de descomposición (28,96 °C a los 5 días y 29,25 °C a los 10 días), mientras que el pH no presentó diferencias significativas durante los primeros 5 días, pero alcanzó un valor máximo de 7,08 en el tratamiento T2 (*Trichoderma* a dosis de 1 g/l) a los 30 días. Asimismo, la combinación de *Trichoderma* (A2) con la dosis de 2 g/l (B2) logró los mejores resultados en la descomposición de los residuos. Se concluyó que la aplicación conjunta de *Saccharomyces* y *Trichoderma* acelera significativamente la descomposición de residuos de poda, recomendándose su uso como alternativa biotecnológica para el manejo sostenible de desechos agrícolas.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Berrios y Villegas (2020), en su estudio “Eficiencia del uso de

Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo, Moquegua”. Universidad Peruana Unión, Moquegua - Perú, tuvieron como objetivo evaluar el efecto del Bocashi como alternativa a los fertilizantes químicos. Los autores elaboraron 50 kilos de este abono orgánico a partir de materiales como carbón molido, cascarilla de arroz, gallinaza, tierra común, melaza, levadura, cal agrícola y agua. El proceso, de naturaleza aeróbica, tuvo una duración de 25 días, con una preparación previa de 15 días para la recolección de insumos y acondicionamiento del terreno. La mezcla fue removida de forma inter diaria con el fin de controlar la temperatura y garantizar una correcta descomposición. Los resultados obtenidos tras tres y seis meses evidenciaron un incremento en parámetros claves del suelo, tales como pH (7,75), conductividad eléctrica (1,32), carbonatos (3,10), materia orgánica (4,05), potasio (175) y fósforo (9,84). Estos hallazgos confirmaron que el Bocashi no solo enriquece el suelo con nutrientes esenciales, sino que representa una alternativa sostenible frente al uso de fertilizantes químicos.

Grados (2024) en su tesis titulada “Antagonismo in vitro de *Trichoderma* spp. frente a *Botrytis* sp y *Fusarium* sp, aislados de *Fragaria ananassa* ‘fresa’”, presentada en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho - Perú, tuvo como objetivo evaluar el antagonismo de cepas nativas de *Trichoderma* spp. frente a *Botrytis* sp y *Fusarium* sp, patógenos aislados de frutos y tallos de fresa con signos de enfermedad. Para ello, se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por unidad experimental, utilizando cuatro cepas nativas de *Trichoderma*, dos de *Botrytis* y una de *Fusarium*. El antagonismo se determinó mediante la técnica de cultivo dual, evaluando el Porcentaje de Inhibición del Crecimiento Radial (PICR) y la escala de Bell. Los resultados demostraron que frente a *Botrytis* sp (B-1), la cepa *Trichoderma* (T-1) alcanzó un 56,15 % de inhibición, ubicándose en el grado 1 de antagonismo, mientras que frente a *Fusarium* sp (F-1), los valores más altos se registraron con *Trichoderma* (T-1) con 64,35 % y *Trichoderma* (T-4) con 62,29 %. Se concluyó que *Trichoderma* (T-1) es un excelente antagonista frente a *Botrytis* sp (B-1).

y B-2) por su mayor capacidad inhibitoria, y que en el caso de *Fusarium* sp es la cepa *Trichoderma* (T-2) la que presenta mejor desempeño. Los hallazgos evidencian el potencial de *Trichoderma* spp. como un agente biocontrolador en el manejo de enfermedades de la fresa, contribuyendo al desarrollo de alternativas sostenibles frente al uso de agroquímicos.

Espinal (2020) en su investigación titulada “Influencia del *Trichoderma* en la mejora del crecimiento de la planta de cebada y calidad de suelo en Viques - 2020”. Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ambiental, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú, tuvo como objetivo determinar la influencia del hongo *Trichoderma Harzianum* en la mejora del crecimiento de la planta de cebada y en la calidad del suelo en el distrito de Viques, una zona eminentemente agrícola. La metodología fue de tipo experimental con diseño correlacional, trabajando con dos grupos: uno control, sin aditivos, y otro con la aplicación del hongo *Trichoderma Harzianum*. Durante seis semanas consecutivas se evaluaron parámetros como pH, conductividad eléctrica, porcentaje de humedad, retención de agua y color del suelo. Los resultados evidenciaron que el grupo tratado con el hongo presentó un crecimiento superior en hojas, semillas y tamaño de la planta de cebada respecto al control. Además, el pH del suelo pasó de alcalino a neutro, se observó mayor movimiento iónico en la conductividad eléctrica, así como una mejor retención de agua, lo cual facilitó la absorción de nutrientes por la planta. El color del suelo, en cambio, no mostró variaciones significativas. Se concluyó que la aplicación de *Trichoderma Harzianum* influye de manera positiva tanto en el crecimiento de la planta de cebada como en la mejora de la calidad del suelo, representando una alternativa sostenible frente al uso excesivo de agroquímicos en la agricultura local.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Benancio (2023), en su estudio titulado “Efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2022”, desarrollado en la ciudad de Huánuco, tuvo como objetivo demostrar el efecto de distintas dosis de bocashi en la recuperación de suelos degradados por la acción eólica. La

investigación fue de tipo cuantitativa, prospectiva, analítica, con intervención y longitudinal, correspondiendo a un nivel explicativo debido a que buscó establecer una relación causal entre la aplicación del bocashi y la mejora de la calidad del suelo. Se usó el diseño metodológico, se trabajó bajo un experimento verdadero con tres grupos experimentales, aplicando tres dosis diferentes de bocashi (25%, 50% y 75%) a los suelos degradados. Se evaluaron indicadores fisicoquímicos como pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y capacidad de intercambio catiónico (CIC), así como cationes cambiables (Ca, Mg, K, Na). Los resultados mostraron que la dosis de 75% de bocashi alcanzó los mayores incrementos: el pH pasó de 5.58 a 8.23, la materia orgánica de 1.99 a 3.60, el nitrógeno de 0.10 a 0.18, el fósforo de 4.91 a 72.88, el potasio de 58 a 342.47 y el CIC de 4.21 a 19.03. Por su parte, la dosis de 25% registró los menores cambios, evidenciando que los incrementos estaban directamente relacionados con la cantidad de bocashi aplicada. Se concluyó que las tres dosis tuvieron un efecto positivo en la recuperación de la calidad de los suelos afectados por la degradación eólica, siendo la dosis de 75% la que generó mayor impacto, demostrando la efectividad del bocashi como alternativa sostenible para la mejora de suelos.

Huaman (2023), en su investigación titulada “Efectividad de *Trichoderma* spp como biocontrol de la muerte regresiva en el cultivo del palto (*Persea americana* Mill.) en CIFO-UNHEVAL Huánuco, 2022”, realizada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco – Perú, tuvo como objetivo evaluar la efectividad de *Trichoderma* spp en el control de la muerte regresiva del palto. El estudio fue de carácter experimental, desarrollado bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (incluyendo un testigo) y ocho repeticiones, tanto en condiciones de campo como de laboratorio. Entre los resultados, se evidenció que la dosis más alta de *Trichoderma* spp (3,8 g/6,2 L de agua/planta) obtuvo los mejores efectos, alcanzando un crecimiento del flujo vegetativo de 13,81 cm y un mayor número de hojas en comparación con los demás tratamientos. En laboratorio, esta dosis mostró un cubrimiento total frente al hongo patógeno *Fusarium solani*,

inhibiendo su desarrollo y provocando su muerte en corto tiempo. Se concluyó que la aplicación de *Trichoderma* spp en dosis altas es altamente efectiva como biocontrolador en el cultivo de palto.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ABONOS ORGÁNICOS

Los fertilizantes naturales han sido utilizados durante mucho tiempo para aumentar la fertilidad del suelo y favorecer el crecimiento de los cultivos. Su utilización es esencial en la actualidad, ya que mejoran tanto la cantidad como la calidad de los productos. La materia orgánica es crucial para el desarrollo óptimo de las plantas, pero con ciertas prácticas, los suelos pueden perder su contenido de materia orgánica, lo que resulta en una disminución de su rendimiento a lo largo del tiempo. Agregar material orgánico al suelo puede elevar el rendimiento hasta diez veces en algunos casos. Los estiércoles representan una excelente fuente de nutrientes, pero necesitan un manejo adecuado para prevenir la pérdida de nitrógeno. En grandes granjas ganaderas, la producción de estiércoles debe hacerse con cuidado para evitar la generación de gases contaminantes y el desarrollo de organismos perjudiciales (Ruiz et al., 2019).

En general, los abonos orgánicos pueden proporcionar los siguientes beneficios a la producción de cultivos:

- a) Algunos de los componentes fundamentales para las plantas son aportados por casi todos los tipos de abono orgánico que se empleen. Su permanencia en el suelo es mayor en comparación con los fertilizantes sintéticos.
- b) Tienen la característica de liberar nutrientes de manera gradual, lo que asegura un suministro constante para los cultivos durante su crecimiento. Además, contribuyen a mejorar la estructura del suelo, la aireación, la porosidad y la capacidad para retener agua.
- c) Pueden crear compuestos orgánicos con los nutrientes, lo que les permite a estos estar más disponibles para las plantas.
- d) La materia orgánica tiene una mejor capacidad de intercambio catiónico que los minerales arcillosos, así que añadir abonos orgánicos puede aumentar dicha capacidad.

- e) Esto resulta especialmente beneficioso en suelos con baja capacidad de intercambio catiónico, como los arenosos.
- f) Durante el proceso de descomposición, liberan dióxido de carbono, que se transforma en ácido carbónico, ayudando a disolver nutrientes de otras fuentes.
- g) Proporcionan carbono orgánico que beneficia la actividad de los microorganismos heterótrofos en el suelo.
- h) Mejoran la infiltración del agua, lo que contribuye a disminuir el escurrimiento superficial.
- i) Esto es útil para mitigar la pérdida de suelo debido a la erosión causada por el agua. También favorecen la estabilidad de los agregados del suelo.
- j) Los abonos orgánicos otorgan al suelo una mayor capacidad de producción, ayudan a mantener su fertilidad a lo largo del tiempo y son sostenibles a través de los diferentes ciclos de producción.

2.2.1.1. TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS

COMPOST

Es el fertilizante más popular debido a su fácil obtención. Este tipo de abono orgánico está hecho a partir de restos de plantas y se deja fermentar de 3 a 5 meses. Este proceso de compostaje es rico en nutrientes y está lleno de diversas cantidades de sulfatos, nitrógeno, carbono y fósforo, entre otros elementos que favorecen el crecimiento de las plantas. Asimismo, al considerar otros factores que afectan la descomposición, como las condiciones climáticas, se convierte en un recurso excelente para tu cultivo. Si deseas aprender a hacer compost en casa sin malos olores, consulta este artículo.

HUMUS

El humus es un material sólido de compostaje, constituido mayormente por componentes orgánicos de origen vegetal. Durante su descomposición, las lombrices detritívoras juegan un papel clave al descomponer estos elementos orgánicos. Este material te ofrecerá nutrientes y brindará resguardo a las plantas. Para elaborar este fertilizante de manera adecuada, será

fundamental establecer un sistema de lumbricultura, lo cual representa una gran ventaja para tu eco huerta.

ESTIÉRCOL

Es uno de los fertilizantes más conocidos, con un alto contenido de nitrógeno. Este fertilizante se elabora a partir de heces de animales que se alimentan de plantas y que han pasado por un proceso de fermentación; sin embargo, es esencial que esos animales no hayan recibido antibióticos anteriormente. Es importante considerar la dieta y el modo de vida del animal, ya que esto afectará la calidad final del estiércol.

PURÍN

En esta situación hablamos de un abono que contiene elementos líquidos, los cuales provienen de procesos naturales de origen animal o vegetal, como el estiércol, y se obtienen mediante la aplicación de sistemas de riego. Este elemento genera una considerable cantidad de metano, lo que, a su vez, contribuirá a mejorar la calidad del suelo y a favorecer el desarrollo de las plantas.

2.2.1.2. BENEFICIOS AL USAR ABONO ORGÁNICO

EL CONTROL DE FERTILIZANTES USADOS

El uso de abono orgánico asegura que haya un control sobre los fertilizantes utilizados, dado que algunos pueden contener elementos que son dañinos y afectar negativamente a nuestras plantas. Una de los beneficios que se obtienen al utilizar fertilizantes naturales es la cantidad de nutrientes que ofrecen al suelo, lo que previene el uso excesivo de estos productos, contribuyendo a una mejoría en su acidez e incluso en su habilidad para retener agua. Ayudan a conservar la fertilidad del suelo y la mantienen durante un tiempo más prolongado.

FORTALECE EL SUELO

Los fertilizantes orgánicos poseen una elevada cantidad de componentes y nutrientes que contribuyen a mejorar la calidad del suelo, lo que nos permitirá prevenir la aparición de plagas y enfermedades que podrían dañar nuestras cosechas y, por ende,

los productos. También nos ayuda a no recurrir a fertilizantes químicos contra plagas que pueden ser perjudiciales.

COMPONENTE SOSTENIBLE Y ECOLÓGICO

Al estar formado por materiales naturales, se convierte en un elemento completamente sostenible y amigable con el medio ambiente. Esta característica asegura que nuestras cosechas se desarrollen de forma saludable sin causar daños al entorno. Además, también ofrecerá una mejor calidad en los productos, logrando alimentos mucho más naturales.

2.2.2. BOCASHI

El bocashi es un fertilizante orgánico que se produce mediante la fermentación de desechos sólidos procedentes de plantas y animales, utilizando de forma responsable los residuos generados en la agricultura. Este tipo de abono mejora la calidad del suelo al proporcionar nutrientes importantes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y otros micronutrientes. También incrementa la cantidad de materia orgánica y estimula la actividad de los microorganismos en el suelo. Su aplicación no solo ayuda a la germinación y crecimiento de cultivos como el rábano, sino que también facilita la formación de agregados y mejora la capacidad de permeabilidad del suelo, favoreciendo así un crecimiento vegetal más natural y sostenible (Mendivil-Lugo et al., 2020). Este método permite convertir los residuos en recursos valiosos, generando beneficios tanto para el medio ambiente como para la agricultura al mismo tiempo.

Tabla 1

Proporciones para producir Bocashi

Material	Cantidad
Suelo	400 kg
Paja	400 kg
Estiércol	400 kg
Melaza	1 gal
Ceniza vegetal	1 kg
Levadura	1 kg*
Salvado	20 kg
Total	1200 kg

Nota. Cuadro de tipos de contaminantes para los organismos (García Gutiérrez & Félix Herrán, 2014).

El bocashi se considera un mejorador de suelos debido a que fomenta la diversidad microbiana, contribuye a prevenir enfermedades de origen edáfico y, al mismo tiempo, funciona como una fuente de nutrientes esenciales para el óptimo crecimiento de las plantas. De este modo, se convierte en una alternativa sostenible para favorecer tanto la productividad agrícola como la salud de los ecosistemas (García & Félix, 2014).

El bocashi puede entenderse como un abono orgánico elaborado a partir de la fermentación de diferentes materiales secos, lo cual da lugar a un producto muy nutritivo para los cultivos. Su riqueza radica en que aporta tanto nutrientes principales como secundarios, lo que lo convierte en un fertilizante más completo que muchas fórmulas químicas, ya que no solo nutre a la planta, sino que también fortalece la vida y estructura del suelo (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2011).

El Bocashi es un abono orgánico de origen japonés que se prepara con restos de comida o materiales naturales que se fermentan con ayuda de microorganismos. A diferencia del compost normal, este proceso es más rápido y el resultado es un fertilizante rico en nutrientes que mejora el suelo y ayuda a que las plantas crezcan más sanas (González-Rodríguez et al., 2023).

Investigaciones muestran que el Bocashi puede ser más efectivo que los abonos químicos. Por ejemplo, se ha visto que al aplicarlo junto con bio carbón en cultivos de maíz, la producción aumentó más del doble. Además, otros estudios señalan que este abono mejora la vida microbiana del suelo y hace que los nutrientes estén más disponibles para las plantas, lo que favorece su desarrollo (Urra et al., 2019), como se citó en González-Rodríguez et al., 2023).

Diversos estudios han mostrado que el Bocashi puede ser incluso más efectivo que los abonos químicos. Por ejemplo, se ha observado que, al aplicarlo junto con biocarbón en cultivos de maíz, la producción aumentó más del doble. También se ha encontrado que este fertilizante favorece la actividad de los microorganismos en el suelo y hace que los nutrientes estén más disponibles para las plantas (Pandit et al., 2020; Urra et al., 2019; Pérez-Godínez et al., 2017, como se citó en González-

Rodríguez et al., 2023). Además, expertos explican que su eficacia se debe a que está hecho principalmente a base de estiércol animal, que aporta microorganismos capaces de fermentar de manera eficiente los residuos que lo componen (Millán, 2023).

2.2.2.1. ELABORACIÓN Y USO DEL BOCASHI

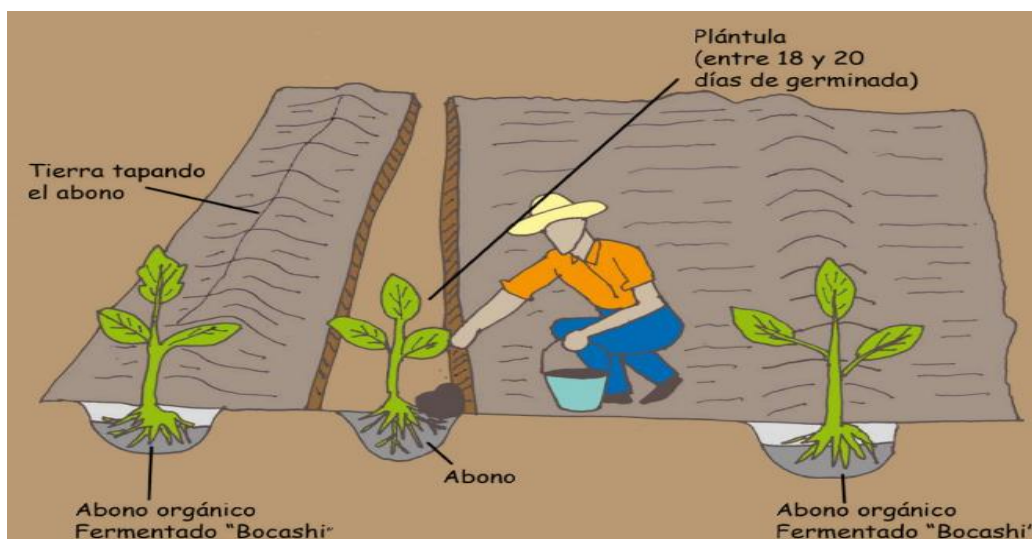
Entre sus principales funciones destaca el hecho de “engordar” o enriquecer el suelo, al tiempo que activa la acción de microorganismos que transforman la materia orgánica en minerales disponibles para las plantas. Este proceso natural estimula tanto el crecimiento de las raíces como el desarrollo del follaje, contribuyendo al fortalecimiento integral de los cultivos (MAG, 2011).

La elaboración del bocashi se adapta a cada territorio y a los materiales disponibles, lo que le otorga gran versatilidad. Se recomienda combinar ingredientes con alto contenido de fibra para mantener los suelos más sueltos, favoreciendo así la aireación y la infiltración del agua. Con ello, se obtiene un abono que no solo nutre a las plantas, sino que también mejora la salud y regeneración del suelo (MAG, 2011).

Las dosis de aplicación dependen del tipo de suelo y del historial de fertilización. En terrenos que ya han recibido abonos orgánicos, se recomiendan unas 4 libras por metro cuadrado aplicadas antes de la siembra o el trasplante. Si el suelo nunca ha sido tratado con bocashi, la dosis aumenta a unas 10 libras por metro cuadrado. En cultivos de ciclo corto, como granos básicos, yuca o caña, suele ser necesaria una segunda aplicación a los 15 o 25 días de la emergencia. En el caso de frutales, se sugiere aplicar una libra en la siembra y reforzar con tres aplicaciones durante el crecimiento; mientras que, en árboles productivos, la dosis es de 2 libras tres veces al año (MAG, 2011).

Figura 1

Forma de aplicación de Bocashi



Nota. Recomendación general es aplicar un kilogramo de bocashi por cada metro cuadrado (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural & Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2022)

Tabla 2

Diagrama de elaboración Bocashi

Etapas	Actividad	Descripción
1. Preparación de insumos	Selección de materiales	Se utilizan los siguientes componentes: 7 costales de paja o rastrojo, 7 costales de estiércol, 7 costales de tierra, 5 costales de harina de roca, 1 costal de cascarilla de arroz y 2 costales de carbón vegetal.
2. Preparación de la solución fermentativa	Mezcla de melaza y levadura	Se prepara previamente una solución a base de melaza, levadura y agua, la cual será utilizada para humedecer cada capa del bocashi.
	Capa 1: Paja o rastrojo	Se coloca una capa de paja o rastrojo y se humedece con la solución de melaza, levadura y agua.
	Capa 2: Estiércol	Se añade una capa de estiércol y se humedece con la solución fermentativa.
3. Armado de la pila	Capa 3: Tierra	Se incorpora una capa de tierra y se humedece nuevamente con la solución.
	Capa 4: Harina de roca	Se añade la harina de roca y se humedece con la solución fermentativa.
	Capa 5: Cascarilla de arroz	Se coloca la cascarilla de arroz y se humedece con la solución de melaza y levadura.
	Capa 6: Carbón vegetal	Se agrega una capa de carbón vegetal y se humedece con la solución fermentativa.
4. Repetición de capas	Apilado	Se repiten las capas en el mismo orden hasta agotar todos los insumos disponibles.
5. Control de humedad	Prueba de puño	Se realiza la prueba de puño para verificar que la humedad sea adecuada (al presionar el material no debe escurrir agua).

6. Mezclado inicial	Homogeneización	Se mezclan cuidadosamente todas las capas para lograr una distribución homogénea de los materiales.
7. Cobertura	Cubrir la pila	La pila se cubre con hule para conservar la temperatura y la humedad durante la fermentación.
8. Etapa termófila	Volteo frecuente	Durante esta etapa se voltea la pila por la mañana y por la tarde durante 7 días, para controlar la temperatura y oxigenar el material.
9. Etapa de maduración	Volteo diario	Se realiza un volteo diario, preferentemente por la tarde, durante 7 días, permitiendo la estabilización del bocashi.
10. Etapa de enfriamiento	Volteo final	Se voltea la pila por la mañana durante 3 días o hasta que el bocashi alcance la temperatura ambiente.
11. Conservación	Almacenamiento	El bocashi terminado se conserva en costales, en un lugar seco, fresco y protegido de la humedad.

Nota. Recomendación general es aplicar un kilogramo de bocashi por cada metro cuadrado (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural & Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2022).

2.2.2.2. TIPOS DE SUELO

La riqueza natural del Perú se refleja en la amplitud de sus ecosistemas, organizados en ocho regiones naturales que se distinguen por su altitud, clima, flora, fauna y recursos. Como explica Roperó (2021), estas regiones abarcan desde la Chala, que se extiende en la franja costera hasta los 500 metros sobre el nivel del mar, hasta la Janca, que alcanza las cumbres más elevadas de los Andes, con altitudes que superan los 6.700 metros. Cada una de estas franjas altitudinales muestra un paisaje único, marcado por las adaptaciones de la vida a condiciones tan contrastantes como el clima árido de la costa, la humedad y diversidad biológica de la selva, o el frío extremo de las altas montañas.

Roperó (2021) en *Ecología Verde*, las 8 regiones naturales del Perú son:

Región Chala (0 - 500 m.s.n.m.)

Región Yunga (500 - 2.300 m.s.n.m.)

Región Quechua (2.300 - 3.500 m.s.n.m.)

Región Suni (3.500 - 4.000 m.s.n.m.)

Región Puna (4.000 - 4.800 m.s.n.m.)

Región Janca (4.800 - 6.768 m.s.n.m.)

Región Selva alta o Rupa Rupa (400 - 1.000 m.s.n.m.)

Región Selva baja u Omagua (80 - 400 m.s.n.m.)

De manera complementaria, Roper (2021) señala que estas regiones no solo representan la variedad climática y ecológica del país, sino también un patrimonio natural fundamental. Así, la Selva baja u Omagua alberga bosques densos y ríos caudalosos que sostienen una gran biodiversidad, mientras que en la Puna predominan los pastizales altoandinos donde habitan especies emblemáticas como la vicuña y la llama. Esta clasificación resalta cómo el Perú concentra en su territorio una impresionante diversidad biológica y cultural, estrechamente ligada a sus pisos ecológicos, lo que constituye un recurso invaluable para su identidad y sostenibilidad.

2.2.3. SACCHAROMYCES

“*Saccharomyces cerevisiae*”, conocida como levadura, es un microorganismo de gran importancia agronómica, ya que se emplea en la fermentación de sustratos agrícolas para la producción de bio insumos, mejorando la disponibilidad de nutrientes y contribuyendo al desarrollo sostenible de la agricultura (Sifuentes-Estrada & Carrión-Carrera, 2024).

Saccharomyces cerevisiae es un hongo unicelular cuyo genoma nuclear está compuesto por más de doce mil kilo bases distribuidas en 16 cromosomas. Dicho genoma, completamente secuenciado en la década de los noventa, reveló la presencia de alrededor de seis mil genes, de los cuales la mayoría se asocian con funciones codificantes de proteínas. Investigaciones posteriores también han evidenciado que algunos de estos genes provienen de procesos de transferencia lateral, lo que confirma la complejidad y la diversidad genética de esta levadura (Parapouli et al., 2020).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* ha sido utilizada por el ser humano desde hace miles de años en la elaboración de alimentos y bebidas fermentadas, como el pan y el alcohol. Sin embargo, más allá de su papel tradicional, investigaciones recientes destacan su valor en la agricultura como un microorganismo capaz de favorecer el crecimiento

vegetal y contribuir al control biológico de patógenos. Su capacidad de fermentar azúcares le permite generar compuestos como etanol y dióxido de carbono, que influyen positivamente en la productividad agrícola (Stanislav, 2024).

2.2.3.1. CARACTERÍSTICAS

La levadura estudiada se desarrolla de manera característica en medios como YM (Yeast Mold) y YPD (Yeast extract-peptone-dextrose), formando colonias de color crema, lisas y planas. Bajo el microscopio, sus células pueden observarse con forma ovoides o globosa, ya sea aisladas o agrupadas en pequeños racimos. Su crecimiento óptimo ocurre entre 25 y 30 °C durante aproximadamente 48 horas, con un pH de 5,5. Para identificarla correctamente, los investigadores recurren a diversas técnicas, incluyendo pruebas de asimilación de azúcares, ensayos de adherencia, caracterización molecular y análisis filogenético, lo que permite un estudio completo de sus características biológicas (Bhukya et al., 2019).

2.2.3.2. TAXONOMÍA DE SACCHAROMYCES

- Reino: Fungi
- Filo: Ascomycota
- Clase: Saccharomycetes
- Orden: Saccharomycetales
- Familia: Saccharomycetaceae
- Género: *Saccharomyces*
- Categoría del taxón: Especie

2.2.4. TRICHODERMA

El incremento de la eficiencia fotosintética en los cultivos representa una alternativa importante para enfrentar distintos desafíos agrícolas. En este contexto, Harman et al. (2021) explican que cuando las raíces de las plantas son colonizadas por cepas endofíticas del género *Trichoderma*, se activa una regulación positiva de genes y pigmentos que favorecen la fotosíntesis. Esto resulta especialmente beneficioso en situaciones de estrés ambiental o fisiológico, donde las

plantas suelen ver reducida su capacidad fotosintética debido a daños en los fotosistemas y otros procesos celulares ocasionados por especies reactivas de oxígeno (ROS).

Tanto la bacteria *Bacillus subtilis* como el hongo *Trichoderma* se reconocen hoy en día como dos de los microorganismos más importantes para la agricultura moderna. Varios estudios han confirmado su capacidad para estimular el crecimiento de las plantas, fortalecerlas frente a distintos tipos de estrés y, al mismo tiempo, actuar en la prevención de enfermedades que afectan cada año a los cultivos. Gracias a estas cualidades, su uso representa una alternativa viable y sostenible frente a los agroquímicos tradicionales, reduciendo el riesgo de un empleo excesivo de productos químicos en el campo.

Como destacan González-León et al. (2022), ambos organismos poseen un enorme potencial biotecnológico, no solo para mejorar la producción agrícola, sino también para promover prácticas sostenibles que protejan la salud humana, los ecosistemas y aseguren la soberanía alimentaria.

El género *Trichoderma* se encuentra naturalmente en una gran variedad de ambientes, desde regiones polares hasta zonas ecuatoriales, mostrando una notable capacidad de adaptación. Esta especie se comporta como saprófito y puede desarrollarse en suelos con distintas cantidades de materia orgánica, incluso en condiciones de baja disponibilidad de oxígeno. Su versatilidad ecológica está asociada a su elevado potencial enzimático, que le permite degradar diferentes sustratos y resistir la acción de otros microorganismos, características que lo hacen muy útil en aplicaciones biotecnológicas. Comprender cómo y en qué condiciones se activan estas enzimas es clave para seleccionar cepas y optimizar su producción y uso en la industria (Martínez, & Peteira, 2015).

2.2.4.1. CARACTERÍSTICAS DE TRICHODERMA SPP

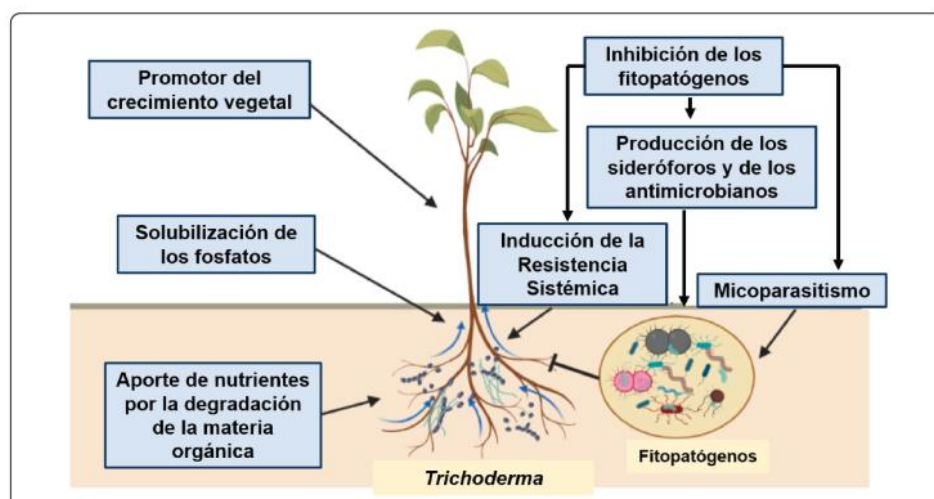
El género *Trichoderma* se ha convertido en un aliado fundamental de la agricultura sostenible gracias a su capacidad de mejorar el crecimiento y la productividad de distintos cultivos y árboles frutales, pues habita de manera natural en la rizosfera. Se

trata de un hongo aerobio que suele encontrarse en suelos ricos en materia orgánica, con pH que varían de ácido a neutro. Actualmente se conocen más de 200 especies, aunque solo una fracción ha sido empleada de manera efectiva como agente de control biológico frente a enfermedades agrícolas. Esta eficacia se explica por su rápido crecimiento, su gran habilidad para colonizar el entorno y la producción de metabolitos con propiedades antimicrobianas. Además, desde el punto de vista taxonómico, pertenece al phylum *Ascomycota*, clase *Sordariomycetes* y familia *Hypocreaceae*, dentro del género *Trichoderma* (González-León et al., 2022).

El género *Trichoderma* se encuentra dentro del phylum *Ascomycota* y pertenece al clado *Saccharomyceta*, subphylum *Pezizomycotina*, clados *Leotiomyceta* y *Sordariomyceta*, y a la clase *Sordariomycetes*, subclase *Hypocreomycetidae*. Su orden es *Hypocreales*, la familia *Hypocreaceae* y, finalmente, el género *Trichoderma* (Schoch et al., 2020, citado en González-León, Ortega-Bernal, Anducho-Reyes, & Mercado-Flores, 2022). Esta clasificación refleja la complejidad y diversidad de este hongo, evidenciando su relación con otros grupos importantes de ascomicetos y su relevancia en aplicaciones biotecnológicas.

Figura 2

Funciones y mecanismos de acción de Trichoderma en la rizosfera



Nota. El esquema muestra cómo *Trichoderma* promueve el crecimiento vegetal (González-León et al., 2022).

2.2.4.2. TAXONOMÍA DE TRICHODERMA

- Reino: Fungi
- Filo: Ascomycota
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Hypocreales
- Familia: Hypocreaceae
- Género: *Trichoderma*
- Categoría del taxón: Género

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Bocashi:** El bocashi, cuyo término proviene del japonés y significa “materia orgánica fermentada”, es un tipo de abono que se obtiene a partir de residuos orgánicos como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelos de bosques. Estos últimos cumplen un rol clave, ya que actúan como inoculantes al aportar microorganismos benéficos que aceleran el proceso de fermentación. Según García Gutiérrez y Félix Herrán (2014), la utilización de este abono permite mejorar la fertilidad del suelo mediante el incremento de la actividad microbiana y el fortalecimiento de su estructura física y química.
- **Ex situ:** Consiste en trasladar el suelo contaminado a otro lugar donde se limpia bajo condiciones controladas, lo que mejora la seguridad y efectividad del tratamiento (Volke & Velasco, 2024).
- **Fitorremediación:** La fitorremediación es una técnica ecológica de bajo costo que utiliza plantas para remover, degradar o inmovilizar contaminantes del suelo o agua, sin dañar el entorno (Gómez Gómez, 2024).
- **Hongo ambiental:** Los hongos, conocidos como mohos, están en todas partes y crecen sobre todo en lugares húmedos. No son los mismos que se comen, como los champiñones, sino unos microscópicos que liberan esporas al aire y pueden causar alergias en algunas personas. Entre los más comunes están *Alternaria*, *Aspergillus* y *Penicillium*, que suelen relacionarse con problemas respiratorios en personas sensibles (Sociedad Española de Inmunología Clínica, Alergología y Asma Pediátrica (SEICAP, s. f.).

- **Materia orgánica:** restos de plantas y seres vivos que al descomponerse forman humus, nutren el suelo, retienen agua y sostienen su estructura (González-Aguilar, 2020).
- **Nanorremediación:** Técnica innovadora que emplea nanopartículas para eliminar contaminantes del suelo de forma precisa y ecológica, con gran eficiencia (IMIDRA, 2019).
- **Saccharomyces cerevisiae:** Desde un enfoque agrícola, *S. cerevisiae* se entiende como una levadura eucariota unicelular con funciones múltiples: promueve el desarrollo de las plantas, actúa como agente protector frente a estreses bióticos y participa en procesos de sostenibilidad como la movilización de fósforo en el suelo. De esta manera, no solo conserva su relevancia histórica en la alimentación, sino que se redefine como un recurso biotecnológico (Stanislav, 2024).
- **Suelo degradado:** Tierras empobrecidas por práctica agrícola inadecuada, con baja fertilidad, estructura frágil y poca cobertura vegetal (Vázquez, 2020).
- **Suelo:** El suelo es un sistema vivo y complejo que alberga nutrientes, carbono, minerales, agua y microorganismos, siendo esencial para mantener la calidad, productividad y salud del ecosistema (Frene et al., 2024).
- **Trichoderma:** El género *Trichoderma* se ha convertido en un recurso clave en la agricultura moderna, ya que actúa como bio fungicida y bio estimulante, contribuyendo tanto a la defensa de los cultivos frente a patógenos como a la mejora de su productividad. Además, se caracteriza por inducir resistencia sistémica en las plantas, soportar condiciones extremas de estrés abiótico como sequía y salinidad su capacidad de solubilizar nutrientes esenciales como manganeso, hierro y magnesio (Manvert, s.f.)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H₁: La eficiencia en la elaboración del bocashi inoculado con *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* presenta diferencias significativas en función de las condiciones ambientales de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.

H₀: La eficiencia en la elaboración del bocashi inoculado con *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* no presenta diferencias significativas en función de las condiciones ambientales de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

H0₁: No existen diferencias significativas en las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica entre el bocashi elaborado sin inoculación de hongos y el bocashi elaborado con *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* en los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.

H1₁: Existen diferencias significativas en las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica entre el bocashi elaborado sin inoculación de hongos y el bocashi elaborado con *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* en los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.

H02: Las condiciones ambientales de temperatura, humedad y precipitación de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay no influyen significativamente en el proceso de fermentación del bocashi.

H12: Las condiciones ambientales de temperatura, humedad y precipitación de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay influyen significativamente en el proceso de fermentación del bocashi.

H03: No existen diferencias significativas en la eficiencia de *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* en la estabilización de nutrientes del bocashi elaborado en los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.

H13: Existen diferencias significativas en la eficiencia de *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* en la estabilización de nutrientes del bocashi elaborado en los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Eficiencia en la elaboración del bocashi

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Variedades de hongos en diferentes pisos altitudinales

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3

Cuadro de operacionalización de variables

Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Valor final	Tipo de variable
Eficiencia en la elaboración del bocashi	Resultado del proceso de fermentación que determina la calidad, madurez y valor nutricional del bocashi elaborado con diferentes hongos y en distintos pisos altitudinales.	Composición nutricional	Nitrógeno total	%	Cuantitativa continua
			Fósforo disponible	mg/kg	
			Potasio disponible	mg/kg	
			Materia orgánica	%	
		Madurez del bocashi	pH final del bocashi	pH (unidad)	
			Temperatura máxima de fermentación	de °C	
			Tiempo de maduración	de días	
Variables independientes	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Valor final	Tipo variable de
Variedad de hongo y (<i>Trichoderma</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	Tipo de microorganismo benéfico utilizado como inoculante en la elaboración del bocashi, influyendo en la fermentación y calidad del abono.	Tipo de hongo	<i>Trichoderma</i>	Presencia/ausencia	Cualitativa nominal dicotómica
			<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Presencia/ausencia	
Piso altitudinal	Nivel altitudinal donde se elabora el bocashi, asociado a condiciones ambientales que influyen en la actividad microbiana durante la fermentación.	Condiciones ambientales	Altura	m s.n.m.	Cuantitativa continua
			Temperatura ambiental	°C	
			Humedad relativa	%	
			Precipitación	mm	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue de tipo aplicada, ya que genera conocimiento orientado a mejorar la elaboración del bocashi mediante el uso de diferentes variedades de hongos bajo condiciones reales de campo. Según el grado de intervención del investigador, el estudio fue experimental, debido a que se manipulan deliberadamente las variables independientes, específicamente el tipo de hongo (*Trichoderma* spp., *Saccharomyces cerevisiae* y bocashi sin inoculación) y el piso altitudinal (Cachuna, Paucar y Shishmay), con el fin de evaluar su efecto sobre la eficiencia del bocashi. De acuerdo con el momento de recolección de los datos, la investigación fue prospectiva, puesto que la información será obtenida durante el desarrollo del experimento. Según el número de mediciones, era un estudio longitudinal, ya que se realizará el seguimiento de los parámetros del bocashi a lo largo del proceso de fermentación. Finalmente, según la relación entre las variables, el estudio era de tipo analítico, dado que permite comparar y analizar la influencia del tipo de hongo y del piso altitudinal en la eficiencia de la elaboración del bocashi. (Supo & Zacarías, 2024)

3.1.1. ENFOQUE

El presente proyecto de investigación presentó un enfoque cuantitativo, ya que se sustenta en la recolección de datos numéricos mediante mediciones fisicoquímicas y microbiológicas, permitiendo comprobar hipótesis mediante análisis estadísticos. (Supo & Zacarías, 2024).

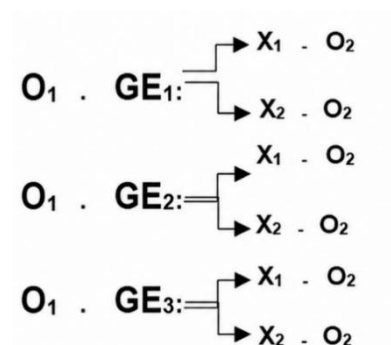
3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El estudio fue de nivel aplicativo, porque busca generar soluciones prácticas orientadas a mejorar la calidad del bocashi mediante el uso de dos variedades de hongos en distintas condiciones altitudinales. (Supo & Zacarías, 2024).

3.1.3. DISEÑO

El presente estudio correspondió a un diseño cuasiexperimental, ya que existe manipulación de la variable independiente (tipo de hongo

usado en el bocashi) pero no es posible realizar asignación aleatoria ni controlar completamente los factores ambientales asociados a cada piso altitudinal. (Supo & Zacarías, 202



Donde:

GE₁: Grupo de estudio 1

GE₂: Grupo de estudio 2

GE₃: Grupo de estudio 3

O₁: Pre test

O₂: Post test

X₁: Intervención con Intervención con Trichoderma

X₂: Intervención con Intervención con Saccharomyces cerevisiae

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de estudio estaba constituida por los residuos orgánicos secos como estiércol seco, paja o rastrojo seco y cascarilla de las localidades de Shishmay (piso altitudinal alto), Paucar (medio) y Cachuna (bajo), donde se elaboró bocashi mediante fermentación microbiana con Trichoderma spp. y Saccharomyces cerevisiae.

Tabla 4

Coordenadas de ubicación del predio en Shishmay

Predio agrícola en Shishmay	
Zona	18 L
Coordenada Este	373068.00 E
Coordenada Norte	8898731.00 N
Altitud	3166 m s. n. m.

Nota. Coordenadas UTM de la ubicación y localización del área en estudio punto alto.

Tabla 5*Coordenadas de ubicación del predio en Paucar*

Predio agrícola en Paucar	
Zona	18 L
Coordenadas Este:	371297.00 E
Coordenadas Norte:	8900480.00 N
Altitud:	2809 m.s.n.m.

Nota. Coordenadas UTM de la ubicación y localización del área en estudio punto medio.

Tabla 6*Coordenadas de ubicación del predio en Cachuna*

Predio agrícola en Cachuna	
Zona	18 L
Coordenadas Este:	369361.00 E
Coordenadas Norte:	8903196.00 N
Altitud:	2331 m.s.n.m.

Nota. Coordenadas UTM de la ubicación y localización del área en estudio punto bajo.

3.2.2. MUESTRA

La muestra comprendió tres muestras de pretest de elaboración convencional de bocashi, una correspondiente a cada piso altitudinal, y seis lotes experimentales de aproximadamente media tonelada cada uno, dos por localidad, correspondientes a los tratamientos inoculados con *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae*. De cada lote se extrajo una muestra representativa de 1 kg mediante el método de cuarteo, para la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La elaboración del bocashi se realizó en camas de media tonelada, utilizando una mezcla de materiales orgánicos locales para promover la fermentación anaeróbica. Primero, se preparó la cama en un área sombreada y protegida de la lluvia, extendiendo una capa base de tierra (50 kg) para aislar del suelo. A continuación, se incorporaron los residuos agrícolas: estiércol (595 kg), afrecho (30 kg), rastrojo (325 kg), roca fosfórica (25kg) y dolomita (25 kg), mezclándolos uniformemente con pala, pico y rastrillo. Se añadió melaza (1 Kg) diluida en agua para activar la fermentación inicial, seguida de la inoculación de los hongos: (500 gr) de *Trichoderma* spp. o *Saccharomyces*

cerevisiae, disueltos en el agua disuelta con melaza y rociados sobre la mezcla. La cama se compactó ligeramente para eliminar bolsas de aire, cubriéndola con plástico negro para mantener condiciones anaeróbicas y favorecer la descomposición microbiana.

Durante el proceso, la cama se volteo diariamente los 7 días para homogenizar la fermentación y evitar olores indeseables, la segunda y tercera semana se realizó el volteado inter diario, la cuarta semana solo se voltio 2 veces disminuyendo el tamaño de la pila para su posterior enfriamiento, en el último día se volteo y extendió el bocashi para su completo enfriamiento. La toma de muestras se efectúa al finalizar la fermentación, utilizando la técnica de cuarteo: se divide la cama en cuatro partes iguales, descartando dos opuestas y mezclando las restantes para extraer submuestras representativas de 1 kg cada una, que se almacenan en bolsas selladas y refrigeradas para análisis inmediato. La finalización se confirma mediante indicadores como la reducción de olores amoniacales, la estabilización de la temperatura y la apariencia oscura y homogénea del bocashi, listo para su aplicación agrícola. Este protocolo aseguró una producción controlada y reproducible en cada piso altitudinal.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis se realizó utilizando medidas de resumen con los programas Microsoft Excel LTSC Standard 2021 y SPSS versión 24. Se emplearon tablas y gráficos diversos según sea necesario. Asimismo, estos programas fueron utilizados para contrastar las hipótesis planteadas en este estudio de investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Evaluación de macronutrientes y materia orgánica del bocashi en diferentes pisos altitudinales.

Los resultados obtenidos de los parámetros de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y materia orgánica (MO) del bocashi elaborado sin inoculación, inoculado con *Trichoderma* e inoculado con *Saccharomyces cerevisiae*, en los tres pisos altitudinales evaluados: Shismay (3166 msnm), Paucar (2809 msnm) y Cachuna (2331 msnm)

Tabla 7

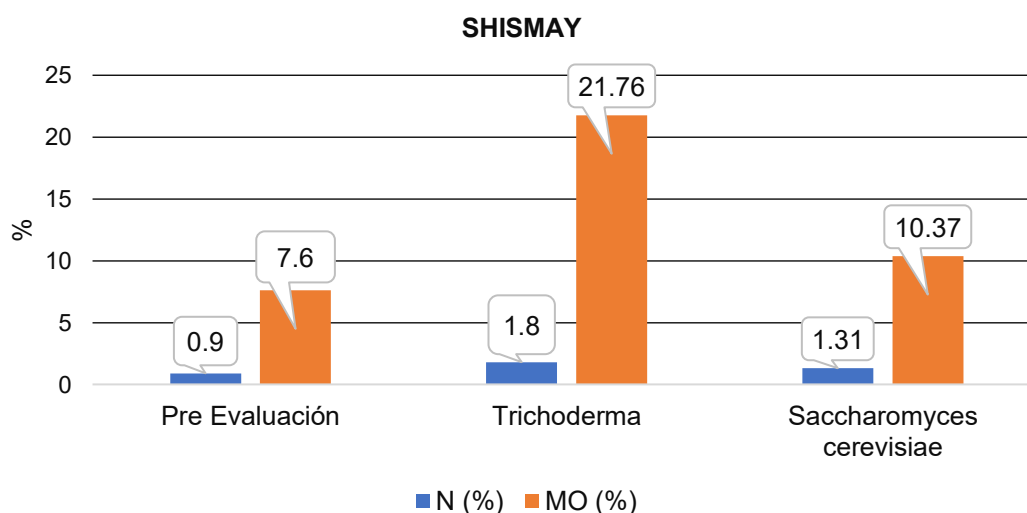
Concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi en Shismay

Tratamiento	N (%)	MO (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Pre Evaluación	0.9	7.6	14,500.21	9,210.30
<i>Trichoderma</i>	1.8	21.76	22,297.49	12,729.38
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1.31	10.37	17,491.65	12,179.13

Nota. En la Tabla 7 se observa que la inoculación del bocashi produjo un incremento en las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica respecto a la preevaluación. El tratamiento inoculado con *Trichoderma* presentó los valores más altos en todos los parámetros evaluados, alcanzando 1,8 % de nitrógeno, 21,76 % de materia orgánica, 22 297,49 mg/kg de fósforo y 12 729,38 mg/kg de potasio. El tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* también mejoró las concentraciones de nutrientes respecto a la preevaluación, aunque en menor magnitud.

Figura 3

Concentración de nitrógeno y materia orgánica del bocashi en Shismay

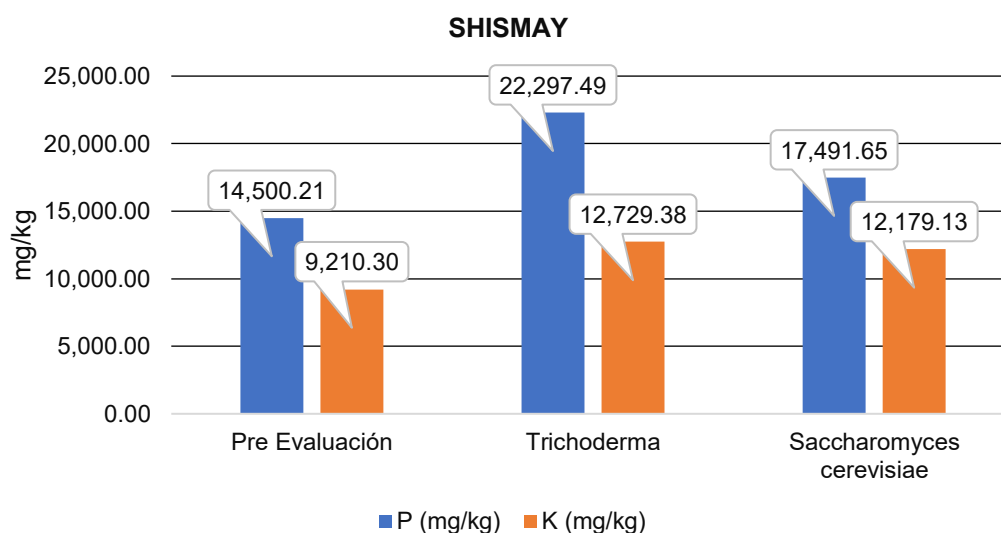


Nota. La Figura 3 muestra que la inoculación del bocashi incrementó las concentraciones de

nitrógeno y materia orgánica respecto a la preevaluación (0,9 % y 7,6 %, respectivamente). El tratamiento con *Trichoderma* registró los mayores valores, alcanzando 1,8 % de nitrógeno y 21,76 % de materia orgánica, mientras que *Saccharomyces cerevisiae* presentó concentraciones de 1,31 % y 10,37 %, respectivamente.

Figura 4

Concentración de fósforo y potasio del bocashi en Shismay



Nota. La Figura 4 evidencia un incremento de las concentraciones de fósforo y potasio después de la inoculación del bocashi. El tratamiento con *Trichoderma* presentó los mayores valores, registrando 22 297,49 mg/kg de fósforo y 12 729,38 mg/kg de potasio, en comparación con la preevaluación (14 500,21 mg/kg y 9 210,30 mg/kg). Por su parte, *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó concentraciones de 17 491,65 mg/kg de fósforo y 12 179,13 mg/kg de potasio.

En el piso altitudinal de mayor elevación de Shismay (3166 msnm), el tratamiento inoculado con *Trichoderma* presentó las mayores concentraciones de nitrógeno (1.80%), fósforo (22,297.49 mg/kg) y materia orgánica (21.76%), superando tanto al tratamiento sin inoculación como al inoculado con *Saccharomyces cerevisiae*.

El tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* mostró incrementos moderados respecto al control, especialmente en potasio, aunque no alcanzó los valores obtenidos con *Trichoderma*.

En este piso altitudinal, el tratamiento más eficiente fue *Trichoderma*, evidenciando mejor capacidad de transformación y mineralización bajo condiciones de mayor altitud.

Tabla 8

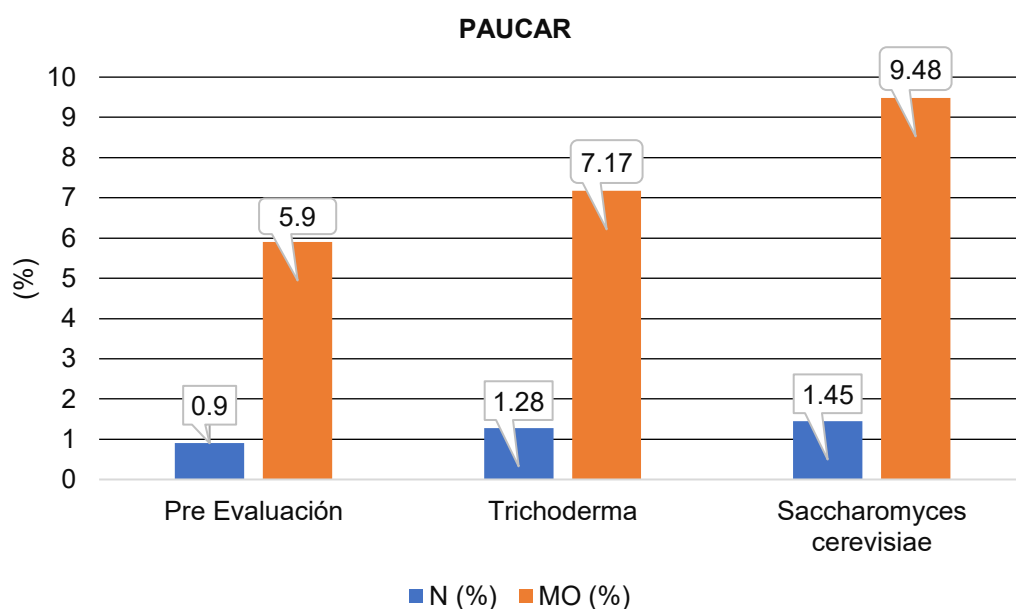
Concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi en Paucar

Tratamiento	N (%)	MO (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Pre Evaluación	0.9	5.9	8,520.34	10,380.24
<i>Trichoderma</i>	1.28	7.17	11,539.69	13,005.45
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1.45	9.48	17,917.30	14,353.30

Nota. La Tabla 8 muestra que la inoculación del bocashi incrementó las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica respecto a la preevaluación. El tratamiento inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* presentó los mayores valores de nitrógeno (1,45 %), materia orgánica (9,48 %), fósforo (17 917,30 mg/kg) y potasio (14 353,30 mg/kg), superando tanto a la preevaluación como al tratamiento con *Trichoderma*.

Figura 5

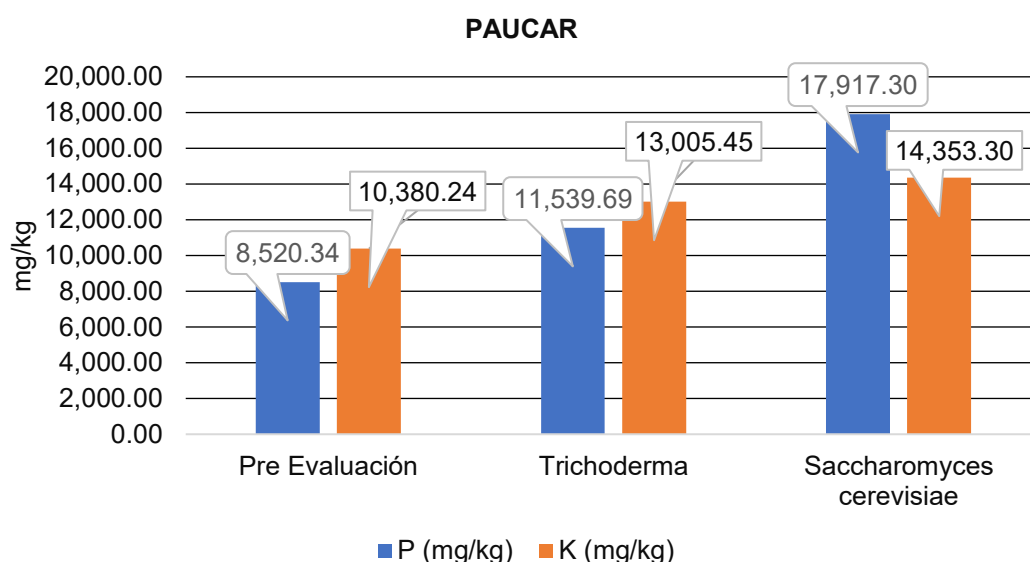
Concentración de nitrógeno y materia orgánica del bocashi en Paucar



Nota. La Figura 5 evidencia un incremento de las concentraciones de nitrógeno y materia orgánica después de la inoculación del bocashi. El tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* registró los valores más altos, alcanzando 1,45 % de nitrógeno y 9,48 % de materia orgánica, mientras que *Trichoderma* presentó 1,28 % y 7,17 %, respectivamente. Ambos tratamientos superaron los valores de la preevaluación (0,9 % de nitrógeno y 5,9 % de materia orgánica), demostrando el efecto positivo de la inoculación sobre la calidad del bocashi.

Figura 6

Concentración de fósforo y potasio del bocashi en Paucar



Nota. La Figura 6 muestra que las concentraciones de fósforo y potasio aumentaron en los tratamientos inoculados respecto a la preevaluación. El tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* presentó los mayores valores, registrando 17 917,30 mg/kg de fósforo y 14 353,30 mg/kg de potasio, seguido por *Trichoderma* con 11 539,69 mg/kg y 13 005,45 mg/kg, respectivamente.

En el piso altitudinal de Paucar (2809 msnm), el tratamiento inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* presentó las mayores concentraciones de nitrógeno (1.45%), fósforo (17,917.30 mg/kg), potasio (14,353.30 mg/kg) y materia orgánica (9.48%).

En este caso, *Saccharomyces cerevisiae* mostró mayor eficiencia en comparación con *Trichoderma* y el tratamiento sin inoculación.

Se observa que en altitud intermedia el comportamiento del bocashi responde mejor a la inoculación con *Saccharomyces cerevisiae*.

Tabla 9

Concentración de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi en Cachuna

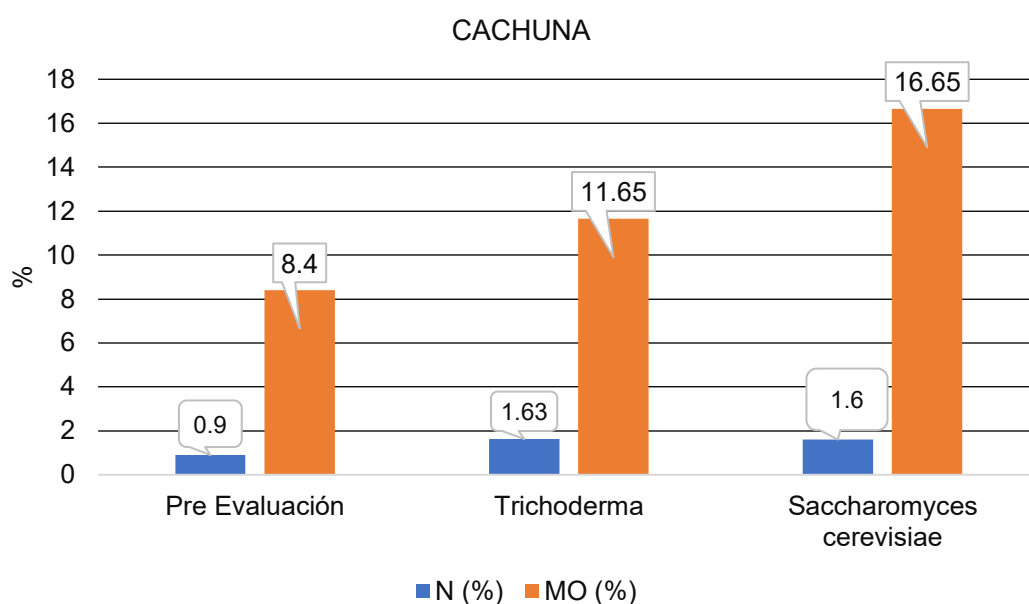
Tratamiento	N (%)	MO (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Pre Evaluación	0.9	8.4	5,800.20	6,500.28
Trichoderma	1.63	11.65	11,157.01	9,749.38
Saccharomyces cerevisiae	1.6	16.65	7,318.81	8,554.89

Nota. La Tabla 9 muestra que ambos tratamientos inoculados incrementaron las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica respecto a la preevaluación. El tratamiento con *Trichoderma* presentó los mayores valores de nitrógeno (1,63 %), fósforo (11 157,01 mg/kg) y potasio (9 749,38 mg/kg), mientras que *Saccharomyces cerevisiae*

registró el mayor contenido de materia orgánica (16,65 %).

Figura 7

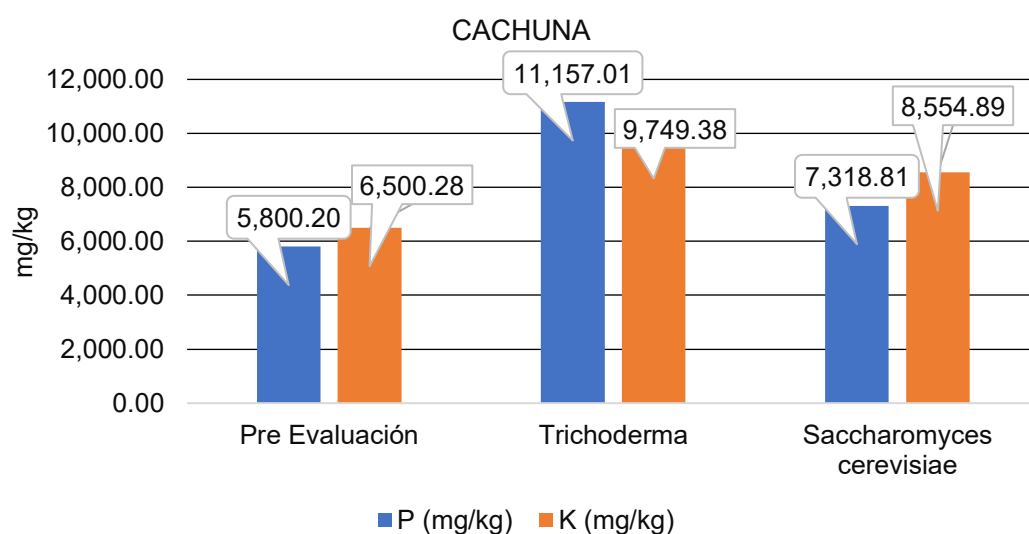
Concentración de nitrógeno y materia orgánica del bocashi en Cachuna



Nota. La Figura 7 evidencia que los tratamientos inoculados incrementaron las concentraciones de nitrógeno y materia orgánica respecto a la preevaluación (0,9 % y 8,4 %, respectivamente). El tratamiento con Trichoderma presentó la mayor concentración de nitrógeno (1,63 %), mientras que Saccharomyces cerevisiae registró el mayor contenido de materia orgánica (16,65 %).

Figura 8

Concentración de fósforo y potasio del bocashi en Cachuna



Nota. La Figura 8 muestra un incremento de las concentraciones de fósforo y potasio en los tratamientos inoculados respecto a la preevaluación, que registró 5 800,20 mg/kg de fósforo y 6 500,28 mg/kg de potasio. El tratamiento con Trichoderma alcanzó los valores más elevados para ambos nutrientes, con 11 157,01 mg/kg de fósforo y 9 749,38 mg/kg de potasio,

mientras que *Saccharomyces cerevisiae* presentó concentraciones de 7 318,81 mg/kg y 8 554,89 mg/kg, respectivamente.

En el piso altitudinal de Cachuna (2331 msnm), el tratamiento con *Trichoderma* presentó mayores concentraciones de fósforo (11,157.01 mg/kg) y potasio (9,749.38 mg/kg), mientras que el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* evidenció el mayor contenido de materia orgánica (16.65%).

No obstante, las diferencias entre tratamientos fueron menos marcadas en comparación con Shismay.

En este piso, no se observa un dominio absoluto de un solo tratamiento en todos los nutrientes, aunque ambos inoculantes mejoraron parcialmente las concentraciones respecto al control.

Condiciones ambientales durante el proceso de fermentación del bocashi en los diferentes pisos altitudinales

Tabla 10

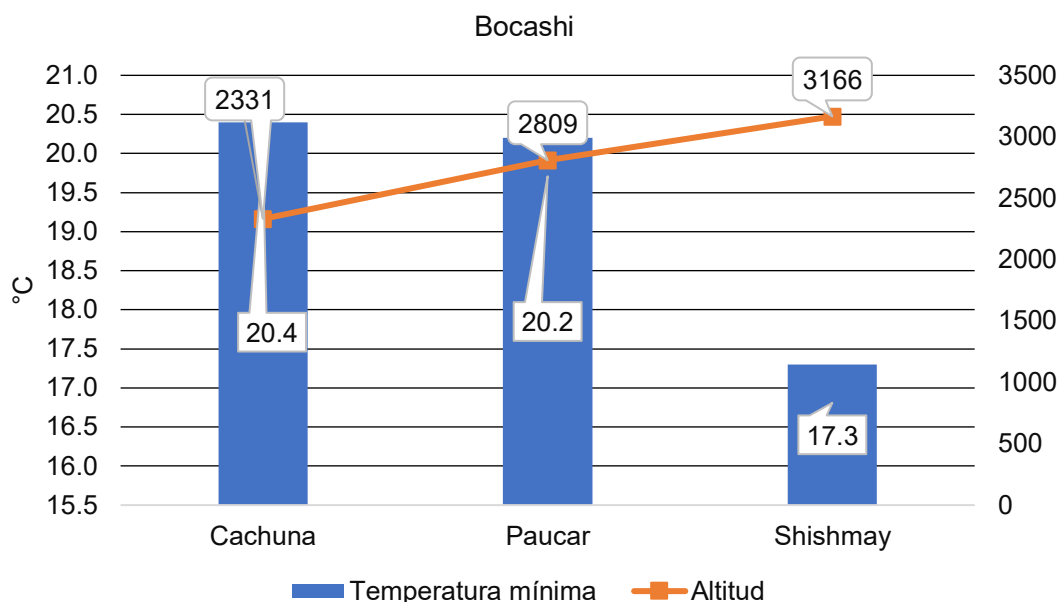
Datos registrados en Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación del bocashi

Piso altitudinal	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura promedio (°C)	Humedad promedio (%)	Precipitación promedio (mm)	Altitud (msnm)
Cachuna	20.4	48.3	34.1	54	1.0	2331
Paucar	20.2	74.0	39.2	83	1.4	2809
Shishmay	17.3	54.7	43.9	80	1.9	3166

Nota. La Tabla 10 muestra diferencias en las condiciones meteorológicas registradas durante la fermentación del bocashi en los tres pisos altitudinales evaluados. Shishmay, ubicado a la mayor altitud (3166 msnm), presentó la menor temperatura mínima (17,3 °C), la mayor temperatura promedio (43,9 °C) y la mayor precipitación promedio (1,9 mm). Paucar registró la temperatura máxima más elevada (74,0 °C) y la mayor humedad relativa promedio (83 %), mientras que Cachuna, ubicado a menor altitud (2331 msnm), presentó los menores valores de humedad relativa (54 %) y precipitación promedio (1,0 mm).

Figura 9

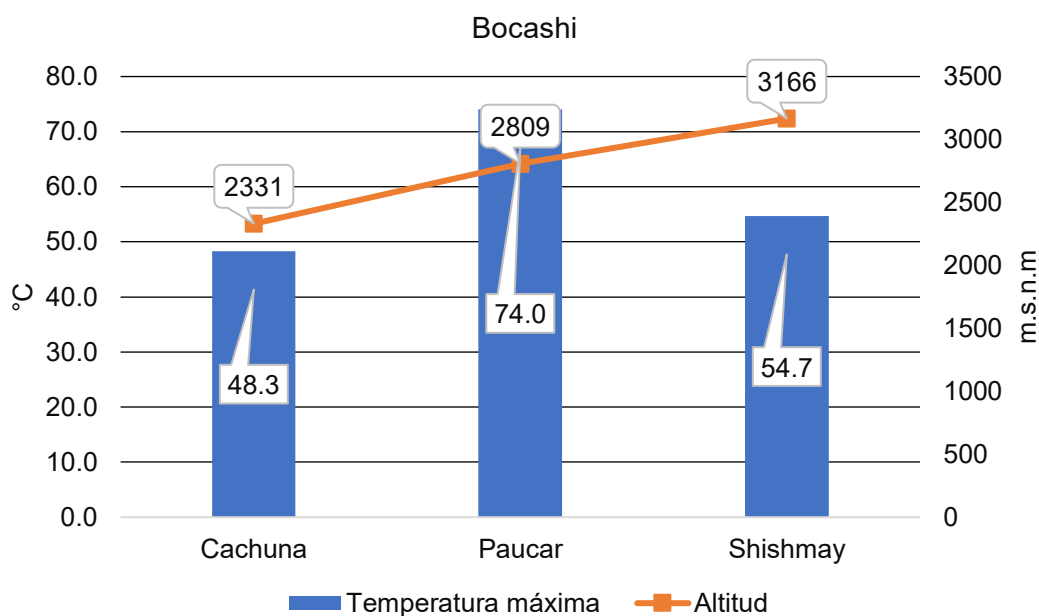
Relación entre la temperatura mínima y la altitud



Nota. La Figura 9 muestra que la temperatura mínima tendió a disminuir conforme aumentó la altitud. En Cachuna (2331 msnm) se registró una temperatura mínima de 20,4 °C, en Paucar (2809 msnm) de 20,2 °C y en Shishmay (3166 msnm) de 17,3 °C.

Figura 10

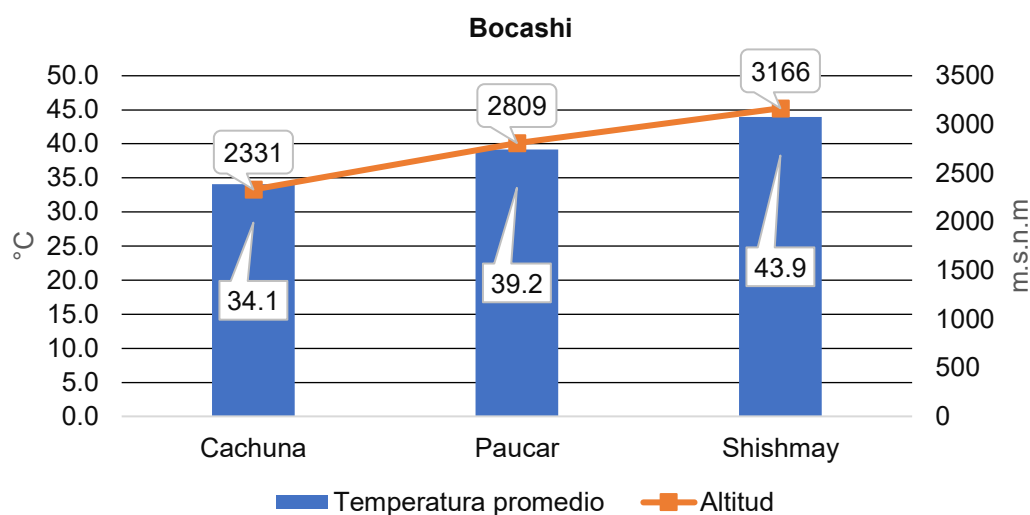
Relación entre la temperatura máxima y la altitud



Nota. a Figura 10 evidencia que la temperatura máxima no mostró una tendencia lineal con respecto a la altitud. En Cachuna (2331 msnm) se registró una temperatura máxima de 48,3 °C, en Paucar (2809 msnm) se alcanzó el valor más alto con 74,0 °C y en Shishmay (3166 msnm) se obtuvo 54,7 °C.

Figura 11

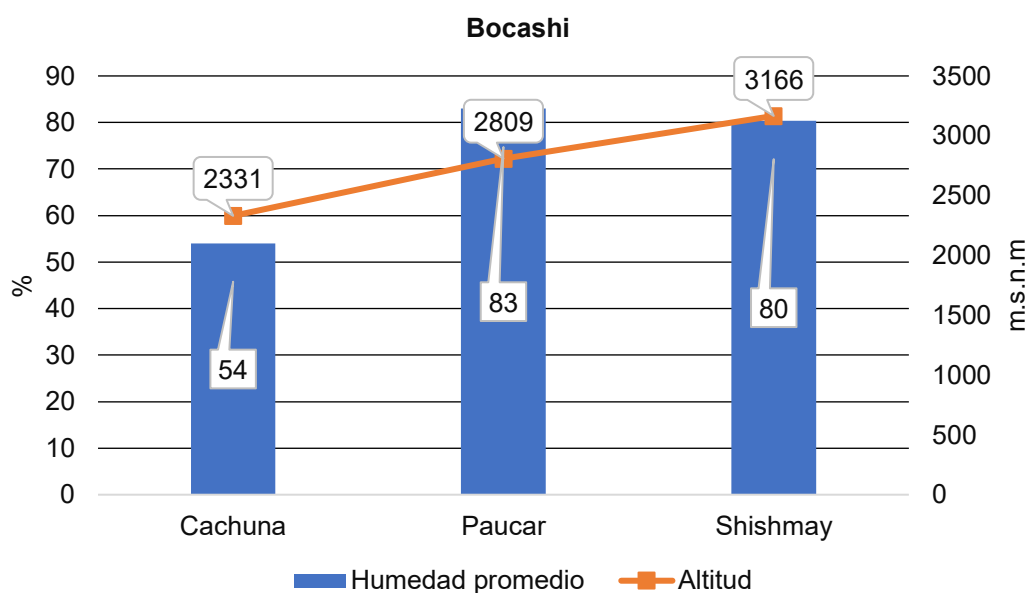
Relación entre la temperatura promedio y la altitud



Nota. La Figura 11 muestra que la temperatura promedio aumentó con la altitud, registrándose 34,1 °C en Cachuna (2331 msnm), 39,2 °C en Paucar (2809 msnm) y 43,9 °C en Shishmay (3166 msnm).

Figura 12

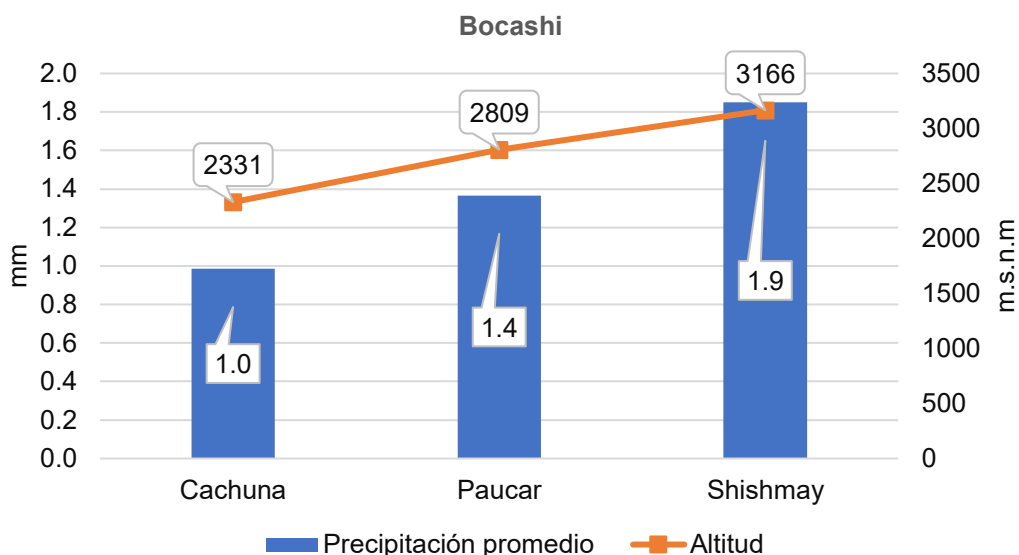
Relación entre la humedad relativa promedio y la altitud



Nota. La Figura 12 evidencia un incremento de la humedad relativa promedio conforme aumenta la altitud. Cachuna (2331 msnm) presentó una humedad relativa promedio de 54 %, mientras que Paucar (2809 msnm) y Shishmay (3166 msnm) registraron valores de 83 % y 80 %, respectivamente.

Figura 13

Relación entre la precipitación promedio y la altitud



Nota. La Figura 13 muestra una tendencia creciente de la precipitación promedio con la altitud. En Cachuna (2331 msnm) se registró una precipitación promedio de 1,0 mm, en Paucar (2809 msnm) de 1,4 mm y en Shishmay (3166 msnm) de 1,9 mm.

Durante el proceso de fermentación de 30 días del bocashi se registraron variaciones en las condiciones ambientales entre los tres pisos altitudinales evaluados. En Cachuna (2331 msnm) se registró una temperatura mínima de 20.4 °C, una temperatura máxima de 48.3 °C y una temperatura promedio de 34.1 °C, con una humedad relativa promedio de 54 % y una precipitación promedio de 1.0 mm.

En Paucar (2809 msnm) la temperatura mínima fue de 20.2 °C y la máxima de 74.0 °C, registrándose una temperatura promedio de 39.2 °C. Asimismo, se observó una humedad relativa promedio de 83 % y una precipitación promedio de 1.4 mm.

En Shishmay (3166 msnm) se registró la temperatura mínima más baja (17.3 °C) y una temperatura máxima de 54.7 °C, con una temperatura promedio de 43.9 °C. La humedad relativa promedio fue de 80 % y la precipitación promedio alcanzó 1.9 mm, siendo la mayor entre los tres pisos altitudinales evaluados.

Se observó que a mayor altitud se incrementaron ligeramente la humedad relativa y la precipitación, mientras que las condiciones térmicas presentaron variaciones entre los pisos altitudinales.

Tabla 11

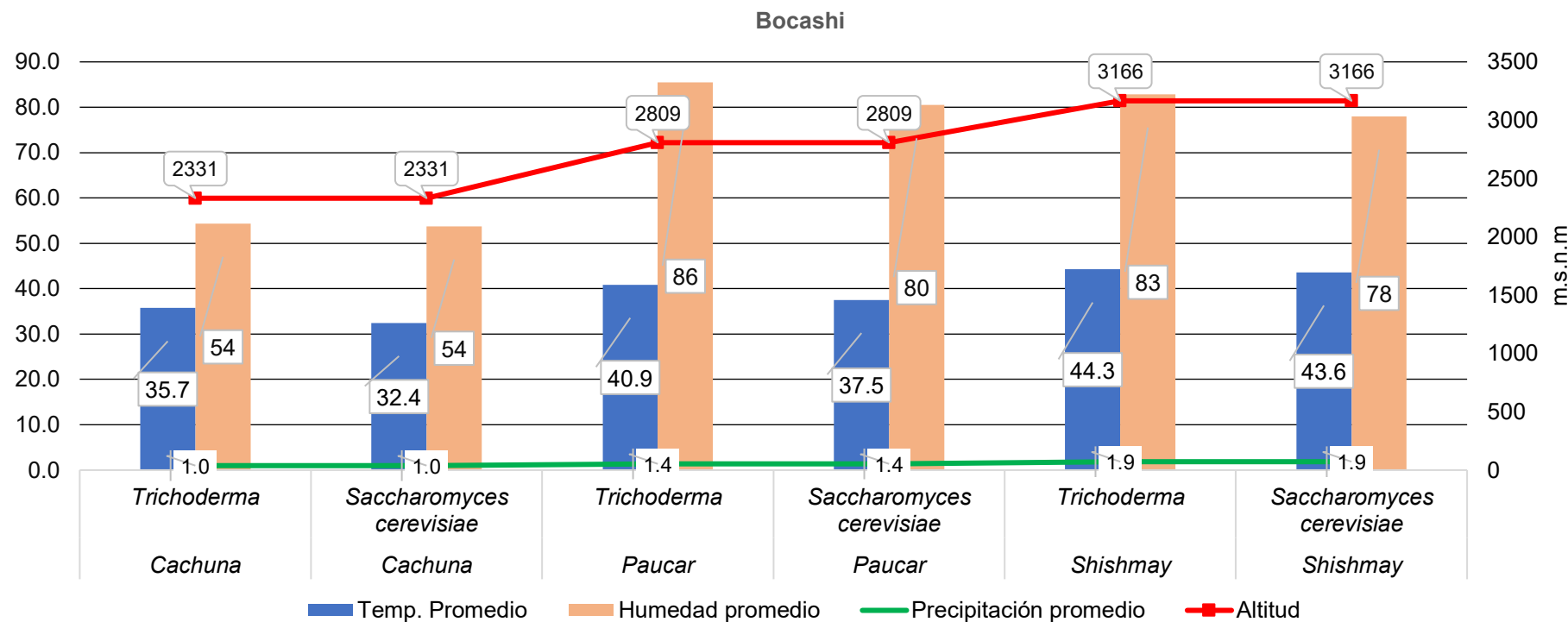
Datos promedio según tratamiento en Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación de 30 días del bocashi

Piso altitudinal	Tratamiento	Temp. promedio (°C)	Humedad promedio (%)	Precipitación promedio (mm)	Altitud (msnm)
Cachuna	Trichoderma	35.7	54	1.0	2331
Cachuna	Saccharomyces cerevisiae	32.4	54	1.0	2331
Paucar	Trichoderma	40.9	86	1.4	2809
Paucar	Saccharomyces cerevisiae	37.5	80	1.4	2809
Shishmay	Trichoderma	44.3	83	1.9	3166
Shishmay	Saccharomyces cerevisiae	43.6	78	1.9	3166

Nota. La Tabla 11 muestra que la temperatura promedio de fermentación tendió a incrementarse con la altitud, registrándose los valores más altos en Shishmay (3166 msnm), donde el tratamiento con Trichoderma alcanzó 44,3 °C y Saccharomyces cerevisiae 43,6 °C. En Paucar (2809 msnm) se registraron temperaturas promedio de 40,9 °C y 37,5 °C para Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae, respectivamente, mientras que en Cachuna (2331 msnm) se obtuvieron los valores más bajos, con 35,7 °C y 32,4 °C. Asimismo, la humedad relativa promedio fue mayor en Paucar y Shishmay, alcanzando valores entre 78 % y 86 %, mientras que en Cachuna se registró 54 % para ambos tratamientos. La precipitación promedio también aumentó con la altitud, pasando de 1,0 mm en Cachuna a 1,9 mm en Shishmay.

Figura 14

Condiciones ambientales promedio según tratamiento y piso altitudinal durante el proceso de fermentación del bocashi



Nota. La Figura 14 muestra que las condiciones ambientales variaron según el piso altitudinal durante el proceso de fermentación del bocashi. En Cachuna (2331 msnm) se registraron las menores temperaturas promedio (35,7 °C para *Trichoderma* y 32,4 °C para *Saccharomyces cerevisiae*), así como la menor humedad relativa (54 %) y precipitación promedio (1,0 mm). En Paucar (2809 msnm) las temperaturas promedio alcanzaron 40,9 °C y 37,5 °C, con humedades relativas de 86 % y 80 %, respectivamente. Por su parte, Shishmay (3166 msnm) presentó las mayores temperaturas promedio de fermentación (44,3 °C y 43,6 °C), además de una precipitación promedio de 1,9 mm.

En relación con los tratamientos aplicados durante la fermentación del bocashi, se observaron diferencias en la temperatura promedio registrada en cada piso altitudinal.

En Cachuna (2331 msnm) el tratamiento con *Trichoderma* presentó una temperatura promedio de 35.7 °C, mientras que el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* registró 32.4 °C. En ambos casos la humedad relativa promedio fue de 54 % y la precipitación promedio de 1.0 mm.

En Paucar (2809 msnm) el tratamiento con *Trichoderma* alcanzó una temperatura promedio de 40.9 °C y una humedad relativa promedio de 86 %, mientras que el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* registró una temperatura promedio de 37.5 °C y una humedad relativa de 80 %, manteniéndose la precipitación promedio en 1.4 mm para ambos tratamientos.

En Shishmay (3166 msnm) el tratamiento con *Trichoderma* presentó una temperatura promedio de 44.3 °C y una humedad relativa promedio de 83 %, mientras que el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* registró 43.6 °C de temperatura promedio y 78 % de humedad relativa, con una precipitación promedio de 1.9 mm.

Esto evidencia que las condiciones ambientales varían según el piso altitudinal, observándose mayores valores de humedad relativa y precipitación en las zonas de mayor altitud, lo cual puede favorecer el desarrollo de microorganismos durante el proceso de fermentación del bocashi.

Bocashi inoculado con *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* por altitud

Tabla 12

Parámetros evaluados del bocashi elaborado con Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae en Shishmay (3166 msnm)

Parámetro	Unidad	Trichoderma	Saccharomyces cerevisiae
pH	Unidad pH	10.07	9.94
CE	μS/cm	2532	1995
Nitrógeno	%	1.8	1.31
Materia orgánica	%	21.76	10.37
Relación C/N	Sin Unidad	7	4.59
Fósforo	mg/Kg	22297.49	17491.65
Potasio	mg/Kg	12729.38	12179.13
Calcio	mg/Kg	85302.11	68719.52
Magnesio	%	2.44	1.76
Arena	%	82.5	82.5
Arcilla	%	15	15

Limo	%	2.5	2.5
Textura	Sin Unidad	Franco arenoso	Franco arenoso
Boro	mg/Kg	10.00	<10.00
Cobre	mg/Kg	30.51	29.29
Hierro	mg/Kg	12888.8	20103.37
Manganeso	mg/Kg	476.54	489.17
Zinc	mg/Kg	132.57	182.28

Nota. La Tabla 12 muestra que en Shishmay (3166 msnm) el tratamiento con *Trichoderma* presentó mayores valores de pH (10,07), conductividad eléctrica (2532 μ S/cm), nitrógeno (1,80 %), materia orgánica (21,76 %), relación C/N (7,00), fósforo (22 297,49 mg/kg), potasio (12 729,38 mg/kg), calcio (85 302,11 mg/kg) y magnesio (2,44 %) en comparación con *Saccharomyces cerevisiae*, que registró valores de 9,94; 1995 μ S/cm; 1,31 %; 10,37 %; 4,59; 17 491,65 mg/kg; 12 179,13 mg/kg; 68 719,52 mg/kg y 1,76 %, respectivamente. En cuanto a los micronutrientes, *Saccharomyces cerevisiae* presentó mayores concentraciones de hierro (20 103,37 mg/kg), manganeso (489,17 mg/kg) y zinc (182,28 mg/kg), mientras que *Trichoderma* registró mayores contenidos de cobre (30,51 mg/kg). Ambos tratamientos presentaron textura franco arenosa.

Tabla 13

Parámetros evaluados del bocashi elaborado con Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae en Paucar (2809 msnm)

Parámetro	Unidad	Trichoderma	Saccharomyces cerevisiae
pH	Unidad pH	10.26	10.67
CE	μ S/cm	3442	5698
Nitrógeno	%	1.28	1.45
Materia orgánica	%	7.17	9.48
Relación C/N	Sin Unidad	3.25	3.79
Fósforo	mg/Kg	11539.69	17917.3
Potasio	mg/Kg	13005.45	14353.3
Calcio	mg/Kg	47703.06	80481.19
Magnesio	%	1.54	2.84
Arena	%	82.5	80
Arcilla	%	17.5	17.5
Limo	%	<0.01	2.5
Textura	Sin Unidad	Franco arenoso	Franco arenoso
Boro	mg/Kg	10.00	<10.00
Cobre	mg/Kg	38.73	31.63
Hierro	mg/Kg	21494.73	16008.43
Manganeso	mg/Kg	579.15	610.1
Zinc	mg/Kg	108.42	124.63

Nota. La Tabla 13 evidencia que en Paucar (2809 msnm) el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* presentó mayores valores de pH (10,67), conductividad eléctrica (5698 μ S/cm), nitrógeno (1,45 %), materia orgánica (9,48 %), relación C/N (3,79), fósforo (17 917,30 mg/kg), potasio (14 353,30 mg/kg), calcio (80 481,19 mg/kg) y magnesio (2,84 %) en comparación con *Trichoderma*. Sin embargo, *Trichoderma* registró mayores concentraciones de cobre (38,73 mg/kg), hierro (21 494,73 mg/kg) y una textura ligeramente más arenosa.

Tabla 14

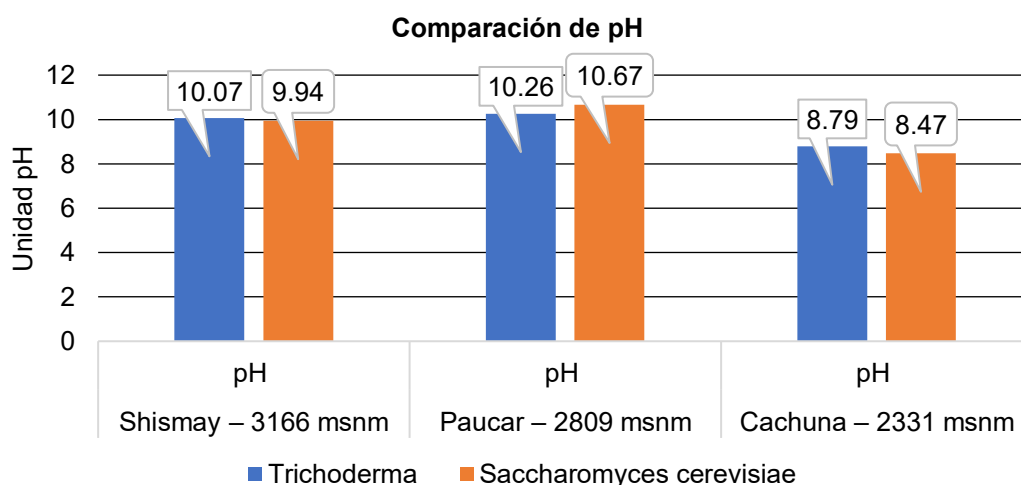
Parámetros evaluados del bocashi elaborado con Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae en Cachuna (2331 msnm)

Parámetro	Unidad	Trichoderma	Saccharomyces cerevisiae
pH	Unidad pH	8.79	8.47
CE	μS/cm	1611	1211
Nitrógeno	%	1.63	1.6
Materia orgánica	%	11.65	16.65
Relación C/N	Sin Unidad	4.15	6.04
Fósforo	mg/Kg	11157.01	7318.81
Potasio	mg/Kg	9749.38	8554.89
Calcio	mg/Kg	56225.95	60368.63
Magnesio	%	1.89	2.3
Arena	%	85	82.5
Arcilla	%	15	15
Limo	%	<0.01	2.5
Textura	Sin Unidad	Franco arenoso	Franco arenoso
Boro	mg/Kg	10.00	<10.00
Cobre	mg/Kg	37.32	40.37
Hierro	mg/Kg	17801.41	15562.27
Manganeso	mg/Kg	514.64	477.24
Zinc	mg/Kg	129.1	126.23

Nota. La Tabla 14 muestra que en Cachuna (2331 msnm) el tratamiento con Trichoderma presentó mayores valores de pH (8,79), conductividad eléctrica (1611 μS/cm), nitrógeno (1,63 %), fósforo (11 157,01 mg/kg), potasio (9749,38 mg/kg), hierro (17 801,41 mg/kg), manganeso (514,64 mg/kg) y zinc (129,10 mg/kg). Por otro lado, Saccharomyces cerevisiae registró mayores concentraciones de materia orgánica (16,65 %), relación C/N (6,04), calcio (60 368,63 mg/kg), magnesio (2,30 %) y cobre (40,37 mg/kg). Ambos tratamientos presentaron textura franco arenosa.

Figura 15

Comparación del pH del bocashi

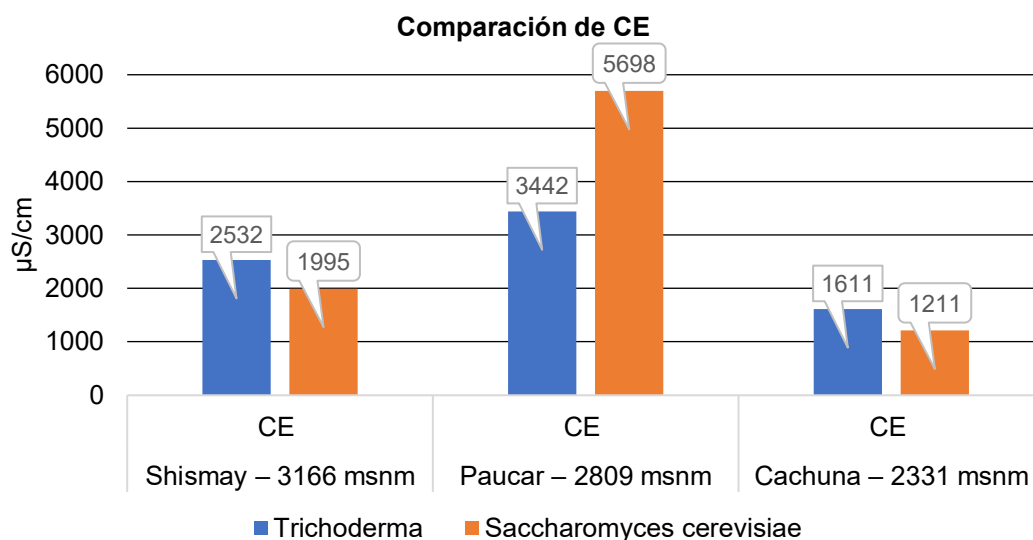


Nota. La Figura 15 muestra que en Shishmay (3166 msnm) el tratamiento con Trichoderma

presentó un pH de 10,07, superior al registrado por *Saccharomyces cerevisiae* (9,94). En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó el mayor valor de pH (10,67), superando a *Trichoderma* (10,26). En Cachuna (2331 msnm), *Trichoderma* registró un pH de 8,79 frente a 8,47 de *Saccharomyces cerevisiae*.

Figura 16

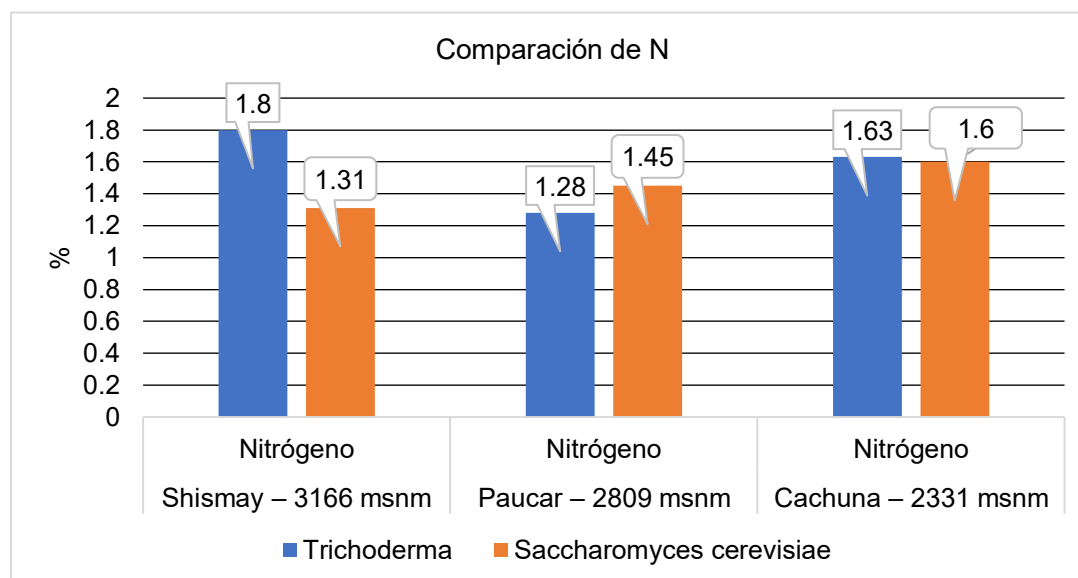
Comparación de la conductividad eléctrica (CE) del bocashi



Nota. La Figura 16 evidencia que en Shishmay (3166 msnm) el tratamiento con *Trichoderma* presentó una conductividad eléctrica de 2532 µS/cm, superior a *Saccharomyces cerevisiae* (1995 µS/cm). En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró el valor más alto con 5698 µS/cm, mientras que *Trichoderma* alcanzó 3442 µS/cm. En Cachuna (2331 msnm), *Trichoderma* presentó una CE de 1611 µS/cm y *Saccharomyces cerevisiae* de 1211 µS/cm.

Figura 17

Comparación del contenido de nitrógeno (N) del bocashi

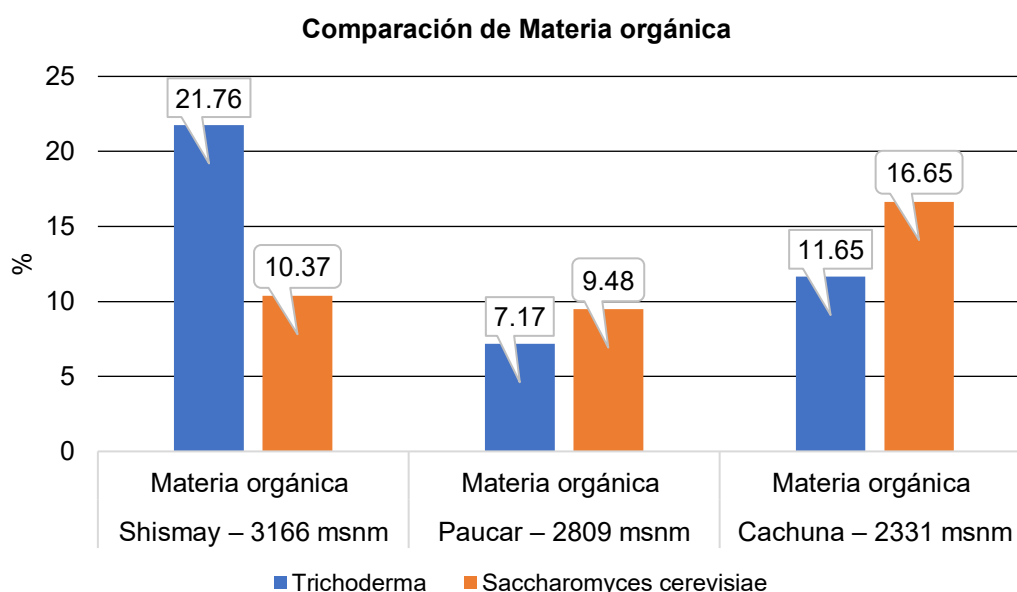


Nota. La Figura 17 muestra que en Shishmay (3166 msnm) *Trichoderma* presentó el mayor contenido de nitrógeno con 1,80 %, superando a *Saccharomyces cerevisiae* (1,31 %). En

Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró 1,45 %, mientras que *Trichoderma* alcanzó 1,28 %. En Cachuna (2331 msnm), ambos tratamientos mostraron valores similares, registrándose 1,63 % para *Trichoderma* y 1,60 % para *Saccharomyces cerevisiae*.

Figura 18

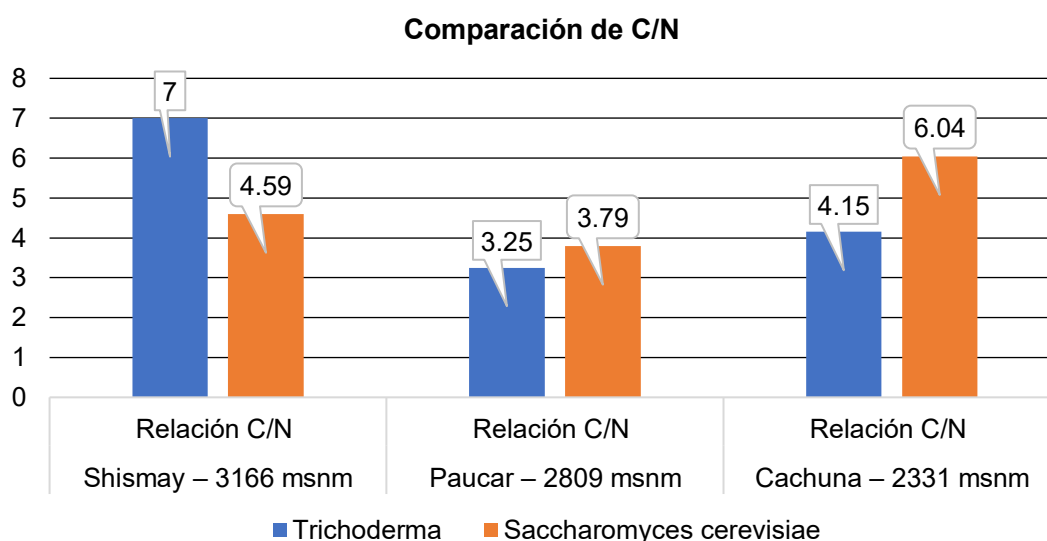
Comparación del contenido de materia orgánica del bocashi



Nota. La Figura 18 evidencia que en Shishmay (3166 msnm) *Trichoderma* presentó el mayor contenido de materia orgánica con 21,76 %, mientras que *Saccharomyces cerevisiae* registró 10,37 %. En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó 9,48 %, superando a *Trichoderma* (7,17 %). En Cachuna (2331 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró el valor más alto con 16,65 %, frente a 11,65 % de *Trichoderma*.

Figura 19

Comparación de la relación carbono/nitrógeno (C/N) del bocashi

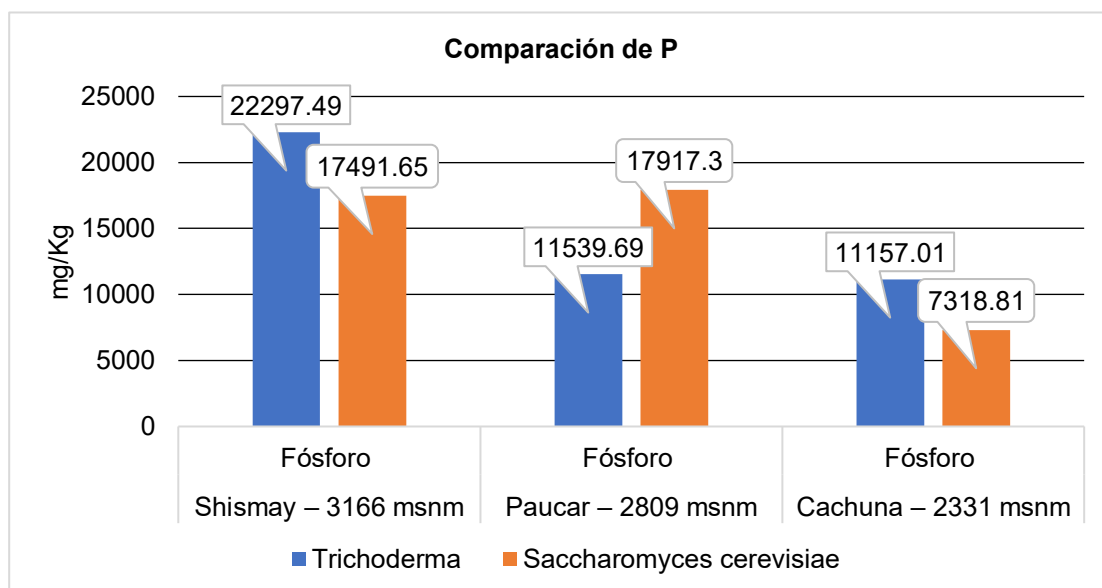


Nota. La Figura 19 muestra que en Shishmay (3166 msnm) *Trichoderma* presentó una relación C/N de 7,00, superior a la obtenida con *Saccharomyces cerevisiae* (4,59). En Paucar

(2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró una relación C/N de 3,79 frente a 3,25 de *Trichoderma*. En Cachuna (2331 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó 6,04, mientras que *Trichoderma* presentó 4,15.

Figura 20

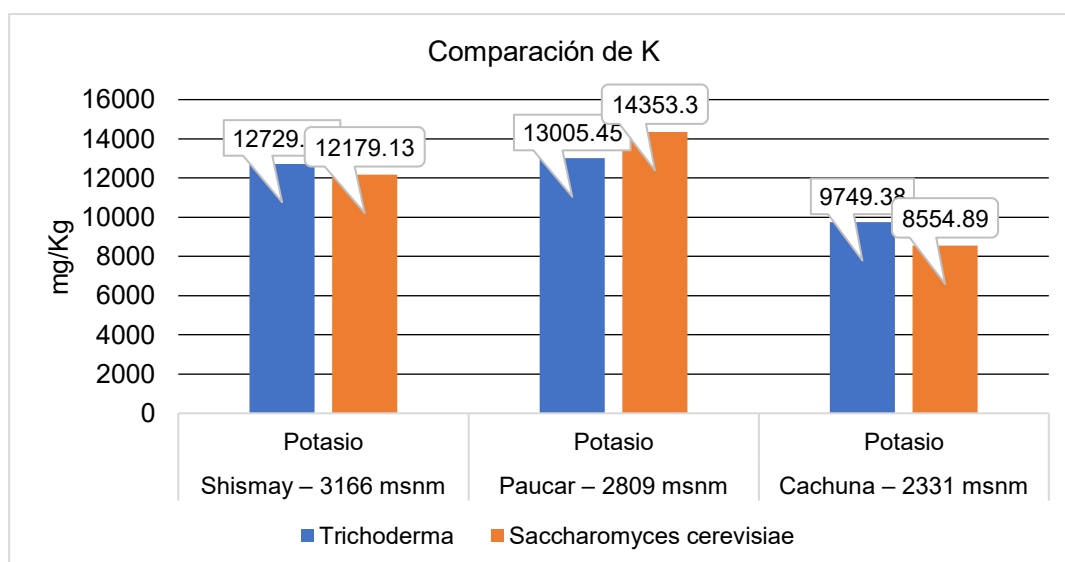
Comparación del contenido de fósforo (P) del bocashi



Nota. La Figura 20 evidencia que en Shishmay (3166 msnm) *Trichoderma* presentó la mayor concentración de fósforo con 22 297,49 mg/kg, mientras que *Saccharomyces cerevisiae* registró 17 491,65 mg/kg. En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó 17 917,30 mg/kg, superando a *Trichoderma* (11 539,69 mg/kg). En Cachuna (2331 msnm), *Trichoderma* presentó 11 157,01 mg/kg frente a 7318,81 mg/kg de *Saccharomyces cerevisiae*.

Figura 21

Comparación del contenido de potasio (K) del bocashi

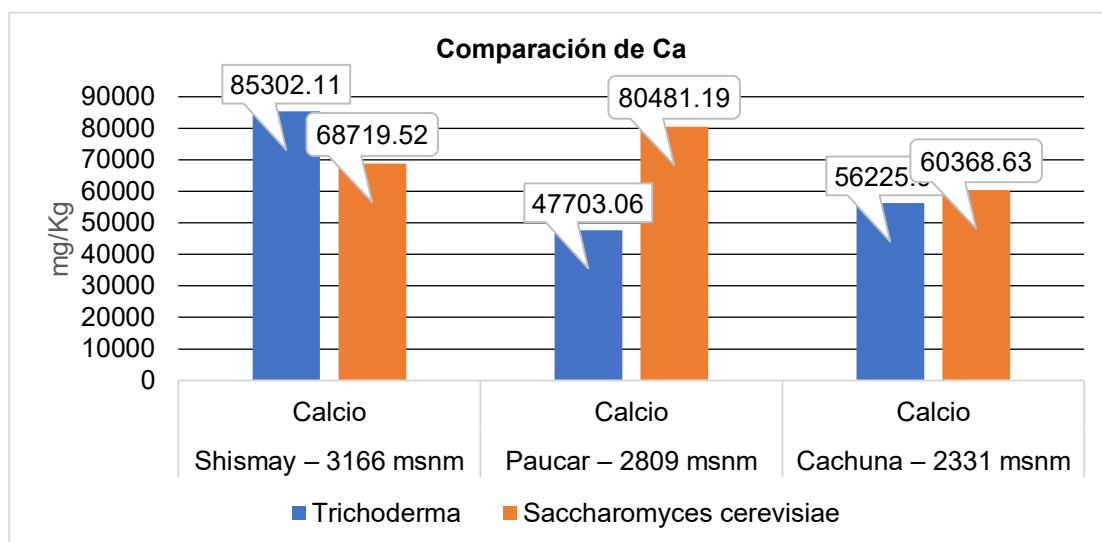


Nota. La Figura 21 muestra que en Shishmay (3166 msnm) el tratamiento con *Trichoderma* presentó una concentración de potasio de 12 729,38 mg/kg, superior a la obtenida con

Saccharomyces cerevisiae (12 179,13 mg/kg). En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró el mayor valor con 14 353,30 mg/kg, superando a *Trichoderma* (13 005,45 mg/kg). En Cachuna (2331 msnm), *Trichoderma* alcanzó 9749,38 mg/kg frente a 8554,89 mg/kg de *Saccharomyces cerevisiae*.

Figura 22

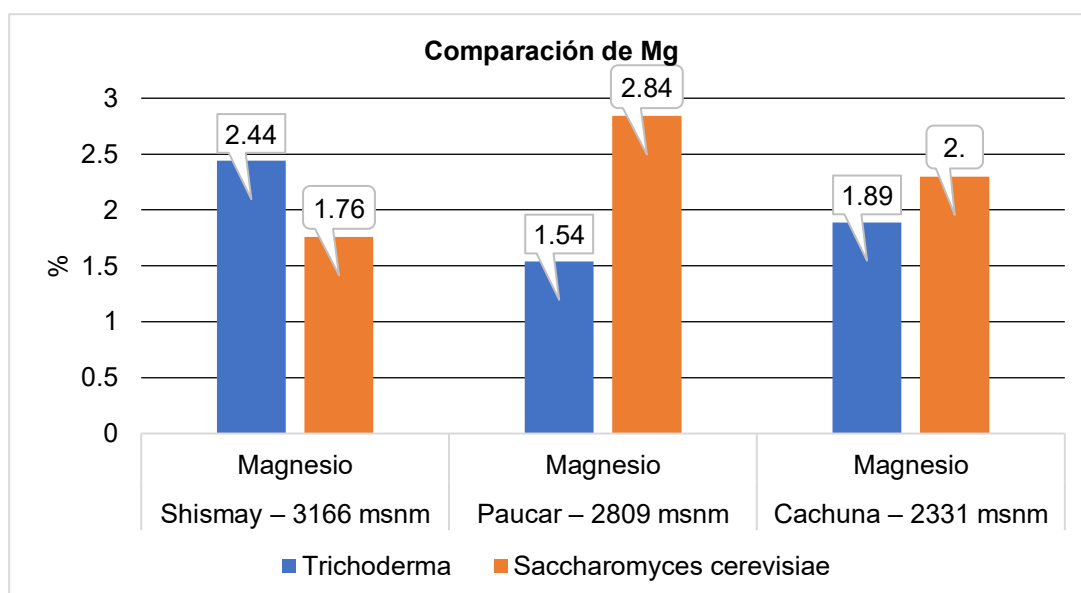
Comparación del contenido de calcio (Ca) del bocashi



Nota. La Figura 22 evidencia que en Shishmay (3166 msnm) *Trichoderma* presentó la mayor concentración de calcio con 85 302,11 mg/kg, mientras que *Saccharomyces cerevisiae* registró 68 719,52 mg/kg. En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó 80 481,19 mg/kg, superando a *Trichoderma* (47 703,06 mg/kg). En Cachuna (2331 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* presentó 60 368,63 mg/kg frente a 56 225,95 mg/kg de *Trichoderma*.

Figura 23

Comparación del contenido de magnesio (Mg) del bocashi

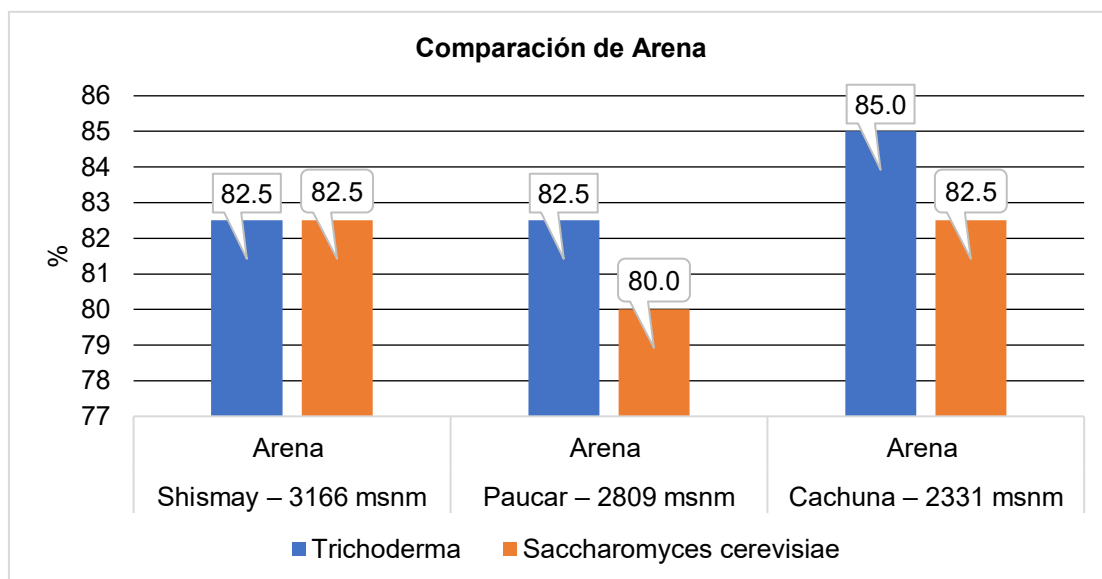


Nota. La Figura 23 muestra que en Shishmay (3166 msnm) *Trichoderma* presentó un contenido de magnesio de 2,44 %, superior al obtenido con *Saccharomyces cerevisiae* (1,76

%). En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró el mayor valor con 2,84 %, mientras que *Trichoderma* alcanzó 1,54 %. En Cachuna (2331 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* presentó 2,30 % frente a 1,89 % de *Trichoderma*.

Figura 24

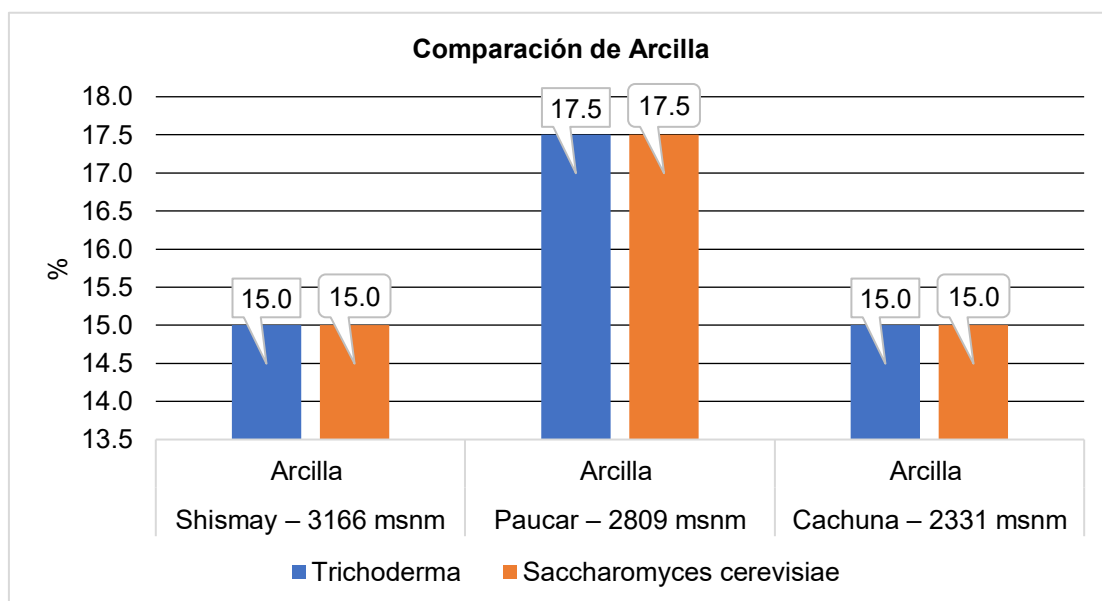
Comparación del contenido de arena (%) en el bocashi



Nota. La Figura 24 muestra que en Shismay (3166 msnm) ambos tratamientos presentaron el mismo contenido de arena (82,5 %). En Paucar (2809 msnm), *Trichoderma* registró 82,5 % y *Saccharomyces cerevisiae* 80,0 %. En Cachuna (2331 msnm), *Trichoderma* presentó 85,0 % mientras que *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó 82,5 %.

Figura 25

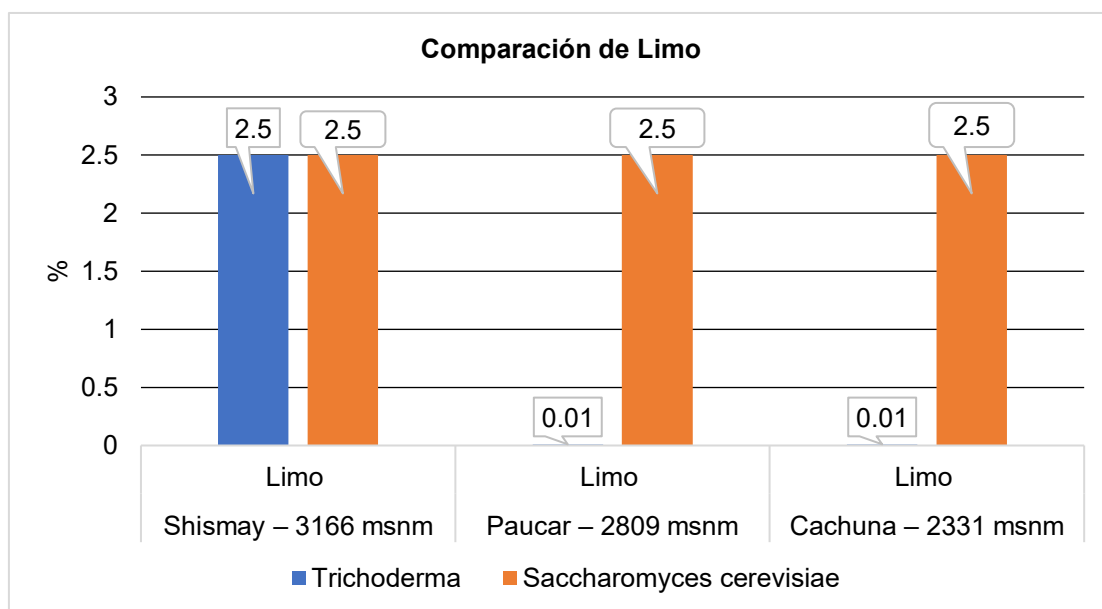
Comparación del contenido de arcilla (%) en el bocashi



Nota. La Figura 25 evidencia que en Shismay (3166 msnm) ambos tratamientos registraron 15,0 % de arcilla. En Paucar (2809 msnm), tanto *Trichoderma* como *Saccharomyces cerevisiae* presentaron 17,5 %. En Cachuna (2331 msnm), ambos tratamientos alcanzaron 15,0 %.

Figura 26

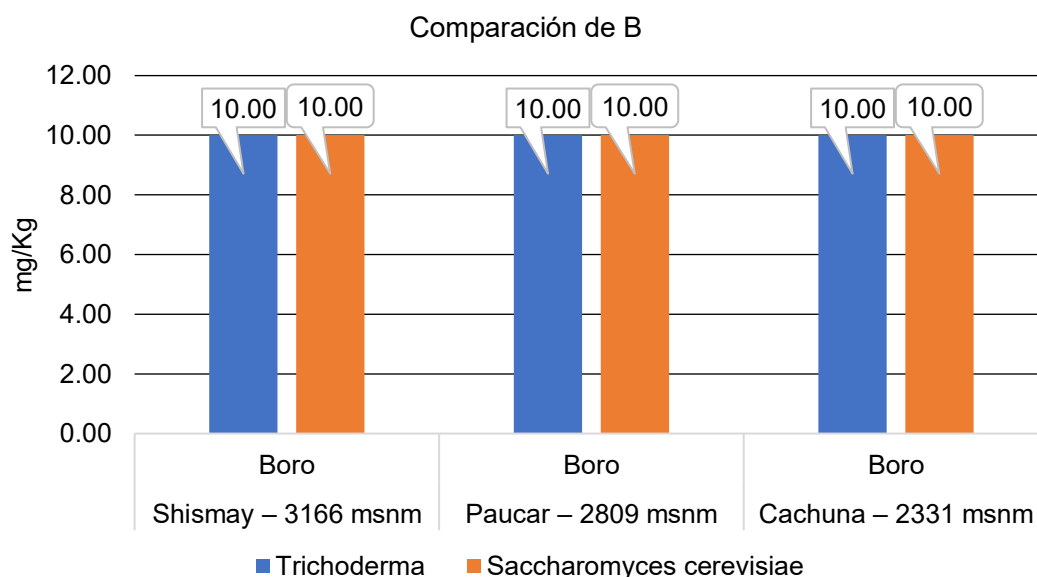
Comparación del contenido de limo (%) en el bocashi



Nota. La Figura 26 muestra que en Shishmay (3166 msnm) ambos tratamientos registraron 2,5 % de limo. En Paucar (2809 msnm), Trichoderma presentó valores inferiores a 0,01 %, mientras que Saccharomyces cerevisiae alcanzó 2,5 %. En Cachuna (2331 msnm), Trichoderma registró valores inferiores a 0,01 % y Saccharomyces cerevisiae 2,5 %.

Figura 27

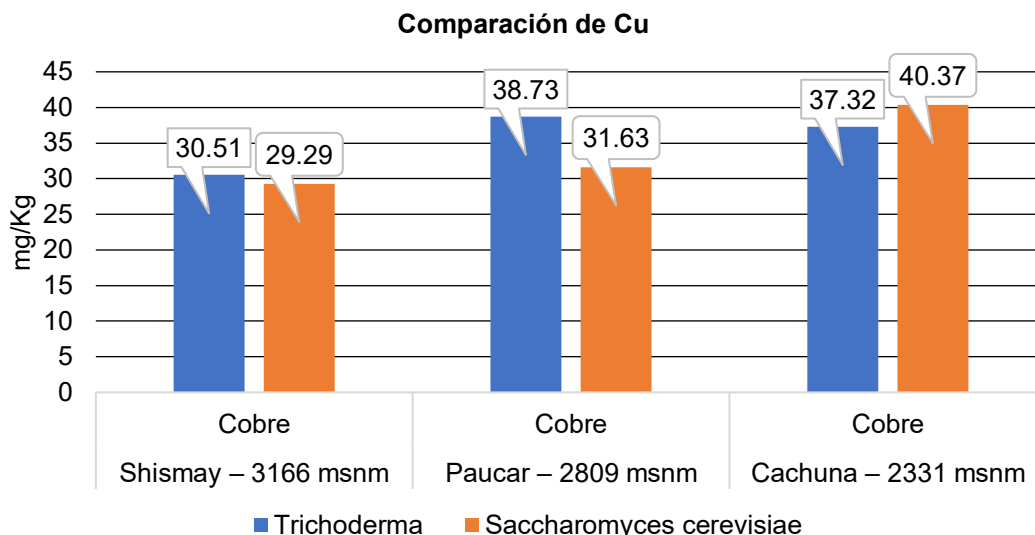
Comparación del contenido de boro (B) en el bocashi



Nota. La Figura 27 evidencia que en Shishmay (3166 msnm), Paucar (2809 msnm) y Cachuna (2331 msnm), el tratamiento con Trichoderma presentó concentraciones de boro de 10,00 mg/kg, mientras que Saccharomyces cerevisiae registró valores inferiores a 10,00 mg/kg.

Figura 28

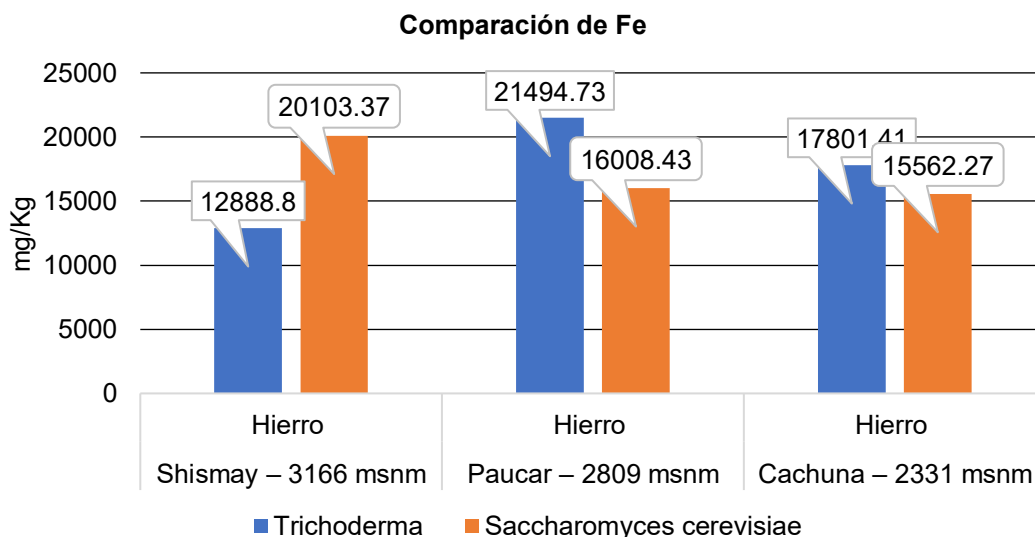
Comparación del contenido de cobre (Cu) en el bocashi



Nota. La Figura 28 muestra que en Shishmay (3166 msnm) Trichoderma presentó una concentración de cobre de 30,51 mg/kg, superior a Saccharomyces cerevisiae (29,29 mg/kg). En Paucar (2809 msnm), Trichoderma registró 38,73 mg/kg frente a 31,63 mg/kg de Saccharomyces cerevisiae. En Cachuna (2331 msnm), Saccharomyces cerevisiae presentó el mayor valor con 40,37 mg/kg, mientras que Trichoderma alcanzó 37,32 mg/kg.

Figura 29

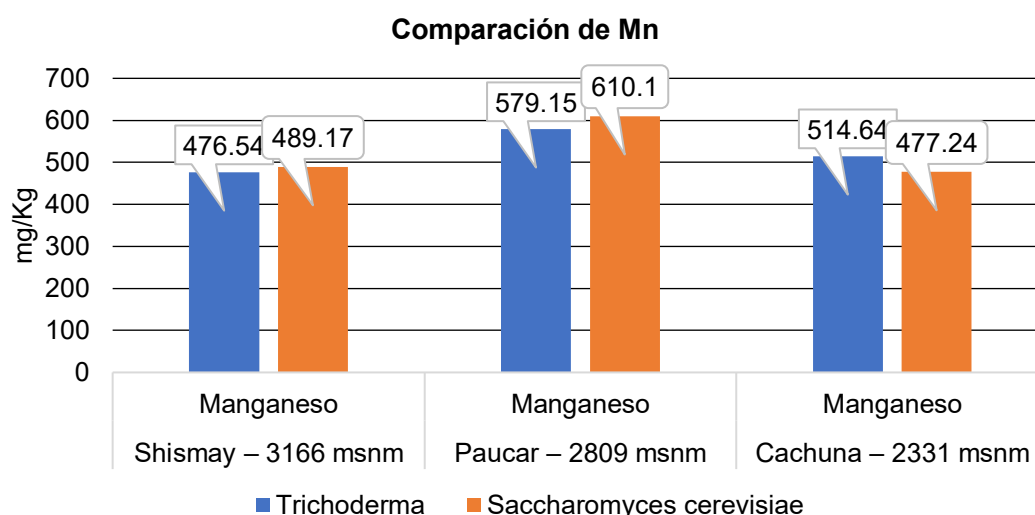
Comparación del contenido de hierro (Fe) del bocashi



Nota. La Figura 29 evidencia que en Shishmay (3166 msnm) Saccharomyces cerevisiae presentó la mayor concentración de hierro con 20 103,37 mg/kg, superando a Trichoderma (12 888,80 mg/kg). En Paucar (2809 msnm), Trichoderma alcanzó 21 494,73 mg/kg frente a 16 008,43 mg/kg de Saccharomyces cerevisiae. En Cachuna (2331 msnm), Trichoderma registró 17 801,41 mg/kg y Saccharomyces cerevisiae 15 562,27 mg/kg.

Figura 30

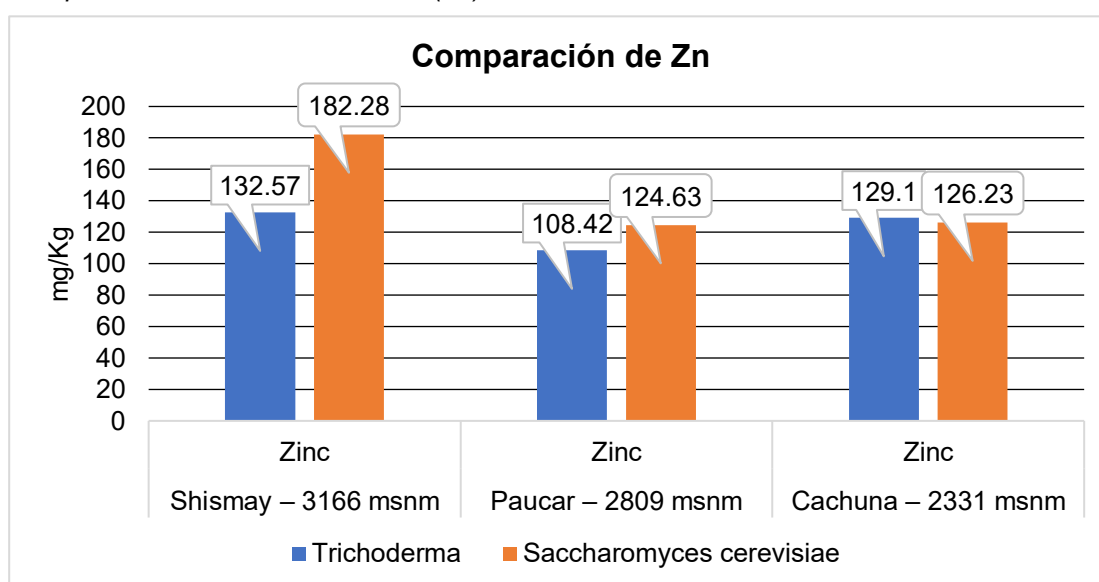
Comparación del contenido de manganeso (Mn) del bocashi



Nota. La Figura 30 muestra que en Shishmay (3166 msnm) *Saccharomyces cerevisiae* presentó una concentración de manganeso de 489,17 mg/kg, superior a *Trichoderma* (476,54 mg/kg). En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró 610,10 mg/kg frente a 579,15 mg/kg de *Trichoderma*. En Cachuna (2331 msnm), *Trichoderma* presentó el mayor valor con 514,64 mg/kg, mientras que *Saccharomyces cerevisiae* alcanzó 477,24 mg/kg.

Figura 31

Comparación del contenido de zinc (Zn) del bocashi



Nota. La Figura 31 evidencia que en Shishmay (3166 msnm) *Saccharomyces cerevisiae* presentó una concentración de zinc de 182,28 mg/kg, superior a *Trichoderma* (132,57 mg/kg). En Paucar (2809 msnm), *Saccharomyces cerevisiae* registró 124,63 mg/kg frente a 108,42 mg/kg de *Trichoderma*. En Cachuna (2331 msnm), *Trichoderma* alcanzó 129,10 mg/kg, superando ligeramente a *Saccharomyces cerevisiae* (126,23 mg/kg).

Los resultados obtenidos evidencian que el piso altitudinal influye en la calidad del bocashi, debido a que las condiciones ambientales como temperatura, humedad y precipitación afectan la actividad microbiana y los procesos de descomposición de la materia orgánica.

En Shishmay se observaron valores elevados en parámetros como materia orgánica, nitrógeno y fósforo, especialmente en el tratamiento con *Trichoderma*. Esto sugiere que en zonas de mayor altitud las condiciones ambientales favorecen la actividad de ciertos microorganismos que participan en la degradación de residuos orgánicos y en la liberación de nutrientes. En Paucar se registraron valores intermedios en la mayoría de los parámetros evaluados. Nutrientes como potasio, calcio y magnesio presentaron concentraciones relativamente altas, particularmente en el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae*. Esto indica que en este piso altitudinal se generan condiciones ambientales adecuadas para la mineralización de nutrientes. En Cachuna se observaron valores menores en algunos parámetros nutricionales en comparación con los otros pisos altitudinales.

En términos generales, *Trichoderma* presentó mayor eficiencia en parámetros asociados a la materia orgánica, nitrógeno y fósforo, lo cual indica una mayor capacidad para intervenir en los procesos de degradación y mineralización de residuos orgánicos. Por su parte, *Saccharomyces cerevisiae* mostró mayor eficiencia en algunos nutrientes minerales, lo que sugiere que este microorganismo contribuye principalmente a los procesos de fermentación y transformación de compuestos orgánicos durante la elaboración del bocashi.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Tabla 15

Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para las concentraciones de nutrientes del bocashi según tratamiento y pisos altitudinales

Parámetro	F	p (Sig.)
N	0.15	0.863
MO	1.094	0.394
P	4.896	0.055
K	4.295	0.07

Nota. La Tabla 15 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar las concentraciones de nitrógeno (N), materia orgánica (MO), fósforo (P) y potasio (K) en los tratamientos evaluados. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias

estadísticamente significativas entre los tratamientos para ninguno de los nutrientes analizados ($p > 0,05$). Aunque el fósforo ($F = 4,896$; $p = 0,055$) y el potasio ($F = 4,295$; $p = 0,070$) presentaron una mayor variabilidad entre tratamientos.

Los resultados obtenidos muestran que las concentraciones de nitrógeno, materia orgánica, fósforo y potasio no presentaron diferencias marcadas entre los tratamientos evaluados. El nitrógeno y la materia orgánica mantuvieron valores relativamente similares en los distintos tratamientos, mientras que el fósforo y el potasio mostraron una mayor variación. Esto indica que ambos microorganismos tuvieron un comportamiento semejante durante el proceso de fermentación en los pisos altitudinales de Shishmay, Paucar y Cachuna.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0), indicando que los tratamientos evaluados no produjeron diferencias significativas en las concentraciones de nutrientes del bocashi.

Tabla 16

Análisis de regresión lineal múltiple de las variables ambientales sobre los parámetros físico-químicos del bocashi

	ANOVA	
	F	Sig.
PH	8.074	.112
CE	2.416	.306
N	0.199	0.89
MO	0.364	.790
RELACION C/N	0.627	.663
P	1.967	.355
K	4.987	.172
Ca	1.074	.515
Mg	0.819	.591
Cu	2.216	.326
Fe	0.263	.850
Mn	2.929	.265
Zn	1.659	.398

Nota. La Tabla 16 muestra los resultados del análisis de regresión lineal múltiple efectuado para determinar la influencia de la temperatura, humedad relativa y precipitación sobre las características físico-químicas del bocashi. Los valores de significancia obtenidos para pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, materia orgánica, relación C/N, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes fueron superiores a 0,05.

Los resultados obtenidos muestran que las variaciones de temperatura, humedad relativa y precipitación registradas en los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay no estuvieron asociadas a cambios importantes en las características físico-químicas del bocashi. Los parámetros evaluados,

como pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, materia orgánica, relación C/N, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes, mantuvieron un comportamiento relativamente estable durante el proceso de fermentación.

Con base en estos resultados, se acepta la hipótesis nula (H_0), indicando que las condiciones ambientales evaluadas no influyeron significativamente en las características físico-químicas del bocashi durante el proceso de fermentación.

Tabla 17

Prueba t de Student para la comparación de la eficiencia de Trichoderma spp. y Saccharomyces cerevisiae en la estabilización de nutrientes del bocashi

Parámetro	t	gl	p (Sig. bilateral)
pH	0.017	4	0.987
CE	-0.297	4	0.781
N	0.669	4	0.54
MO	0.279	4	0.794
Relación C/N	-0.005	4	0.996
P	0.15	4	0.888
K	0.067	4	0.95
Ca	-0.53	4	0.624
Mg	-0.843	4	0.447
Cu	0.416	4	0.699
Fe	0.059	4	0.956
Mn	-0.04	4	0.97
Zn	-1.03	4	0.361

Nota. La Tabla 17 presenta la comparación de la eficiencia de *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* mediante la prueba t de Student. Los resultados muestran que ninguno de los parámetros evaluados presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos microorganismos ($p > 0,05$).

La comparación entre *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* mostró resultados muy similares en los parámetros físico - químicos evaluados del bocashi. Los valores de pH, conductividad eléctrica, nitrógeno, materia orgánica, relación C/N, macronutrientes y micronutrientes presentaron un comportamiento comparable en ambos tratamientos. Esto indica que los dos microorganismos contribuyeron de manera semejante al proceso de fermentación y estabilización de nutrientes, obteniéndose características finales similares del bocashi en los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.

Se acepta la hipótesis nula (H_0), indicando que *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* presentan una eficiencia similar en la

estabilización de nutrientes del bocashi. Los resultados obtenidos indican que las diferencias de altitud y las condiciones ambientales registradas durante la investigación no produjeron cambios importantes en la composición físico - química del bocashi. Del mismo modo, los inoculantes evaluados presentaron un desempeño similar durante el proceso de fermentación.

Se acepta la hipótesis general nula (H_0), indicando que la eficiencia del proceso de fermentación y la estabilización de nutrientes del bocashi no presentaron diferencias significativas bajo las condiciones evaluadas.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en mi investigación guardan relación con lo reportado por Hernández (2022), quien evaluó aislados nativos de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos en Honduras. En su estudio se observó que ciertos aislados presentaron un crecimiento acelerado y una alta capacidad de parasitismo, logrando incluso el 100 % de control sobre el patógeno *Fusarium* sp. Estos resultados evidencian la elevada actividad biológica de *Trichoderma*, lo que coincide con los hallazgos de la presente investigación, donde este microorganismo mostró una elevada eficiencia en los procesos de descomposición durante la elaboración del bocashi. Esto se explica por su capacidad de producir enzimas degradadoras y estimular la actividad microbiana del sustrato, favoreciendo así la transformación de la materia orgánica y mejorando la calidad del abono orgánico obtenido.

Berrios y Villegas (2020) evaluaron la eficiencia del bocashi como alternativa para la nutrición del suelo agrícola en Ilo, Moquegua. En su estudio se observó un incremento significativo en parámetros importantes del suelo como el pH, la materia orgánica, el fósforo y el potasio después de la aplicación del bocashi. Estos resultados evidencian la importancia de este abono orgánico como fuente de nutrientes y como alternativa sostenible frente al uso de fertilizantes químicos. De manera similar, en la presente investigación se comprobó que el bocashi elaborado mediante la acción de microorganismos como *Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae* favorece los procesos de descomposición de la materia orgánica, lo cual permite mejorar la calidad del abono y su potencial para contribuir a la fertilidad del suelo.

Espinal (2020) evaluó la influencia de *Trichoderma harzianum* en el crecimiento de la planta de cebada y en la calidad del suelo en Huancayo. El autor encontró que la aplicación de este microorganismo generó mejoras en parámetros como el pH, la conductividad eléctrica y la retención de agua del suelo, lo que favoreció el crecimiento de las plantas. Estos resultados respaldan los hallazgos de la presente investigación, ya que demuestran que

Trichoderma posee una alta capacidad para mejorar las propiedades del suelo mediante su actividad biológica. En el caso del bocashi, su presencia contribuye a acelerar los procesos de descomposición y a incrementar la disponibilidad de nutrientes, lo que explica la mayor eficiencia observada en los tratamientos donde este microorganismo tuvo mayor actividad.

Benancio (2023) evaluó el efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos degradados en Huánuco. En su estudio se observó que la aplicación de mayores dosis de bocashi generó incrementos significativos en parámetros como el pH, la materia orgánica, el nitrógeno, el fósforo y el potasio, evidenciando una mejora sustancial en la calidad del suelo. Estos resultados respaldan la importancia del bocashi como alternativa sostenible para la recuperación de suelos degradados. De manera similar, en la presente investigación se evidenció que la calidad del bocashi elaborado depende en gran medida de la actividad microbiana durante el proceso de fermentación, lo cual influye directamente en la eficiencia del abono orgánico y en su capacidad para aportar nutrientes al suelo.

Huaman (2023) evaluó la efectividad de *Trichoderma* spp. como biocontrolador en el cultivo de palto en Huánuco. En su investigación se determinó que las dosis más altas de este microorganismo presentaron una mayor capacidad para inhibir el desarrollo del hongo patógeno *Fusarium solani*, además de favorecer el crecimiento vegetativo de las plantas. Estos resultados evidencian el alto potencial de *Trichoderma* como agente biológico en procesos agrícolas. En la presente investigación se observó que este microorganismo contribuye significativamente al proceso de descomposición de la materia orgánica durante la elaboración del bocashi, lo que permite mejorar la eficiencia del abono orgánico producido.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que ambos hongos, *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae*, participan activamente en el proceso de fermentación y en la estabilización de la materia orgánica durante la elaboración del bocashi. Aunque a nivel descriptivo *Trichoderma* spp. presentó mayores concentraciones de nutrientes en la mayoría de los tratamientos, los análisis estadísticos realizados mediante ANOVA y prueba t de Student demostraron que estas diferencias no son significativas ($p > 0.05$), lo indica que no se evidenció superioridad estadísticamente significativa entre los inoculantes.

Las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica presentaron variaciones entre los diferentes pisos altitudinales evaluados; sin embargo, el análisis de ANOVA evidenció que estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Esto confirma que la altitud, dentro de los rangos evaluados en Cachuna, Paucar y Shishmay, no afecta de manera relevante la eficiencia de los hongos en la producción de bocashi con respecto a la concentración de nutrientes.

Las condiciones ambientales registradas durante la fermentación, tales como temperatura, humedad y precipitación, mostraron variaciones entre los pisos altitudinales que podrían influir en la actividad microbiana. No obstante, mediante regresión lineal múltiple se determinó que estas variables no tienen un efecto significativo ($p > 0.05$) sobre los parámetros físico-químicos y nutricionales del bocashi, incluyendo pH, conductividad eléctrica, relación C/N, calcio, magnesio y micronutrientes. Esto sugiere que ambos hongos presentan capacidad de adaptación a las diferentes condiciones ambientales presentes en cada localidad.

La comparación directa entre *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* evidenció diferencias descriptivas en la eficiencia de estabilización de nutrientes y madurez del bocashi según la localidad; sin embargo, la prueba t de Student confirmó que estas diferencias no son significativas ($p > 0.05$), lo que indica que ambos hongos poseen un desempeño estadísticamente equivalente en todos los pisos altitudinales evaluados.

RECOMENDACIONES

Se recomienda promover el uso de microorganismos benéficos en la elaboración de bocashi, especialmente *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae*, ya que estos favorecen la descomposición de la materia orgánica y contribuyen a mejorar la concentración de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio.

Se recomienda realizar el proceso de elaboración en áreas protegidas de lluvias intensas y con un adecuado control de la humedad para favorecer el desarrollo de los microorganismos responsables de la descomposición de la materia orgánica.

Para la elaboración de bocashi en diferentes pisos altitudinales se recomienda utilizar *Trichoderma* spp. como inoculante principal, debido a su mayor eficiencia en la estabilización de nutrientes observada en la mayoría de los tratamientos evaluados.

Se recomienda realizar estudios complementarios que evalúen la combinación de diferentes microorganismos benéficos en la elaboración de bocashi, así como analizar su efecto en el crecimiento y rendimiento de cultivos agrícolas. Asimismo, sería importante evaluar otros parámetros biológicos y microbiológicos que permitan comprender con mayor precisión los procesos que ocurren durante la fermentación del bocashi en diferentes condiciones ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alori, E. T., Gabasawa, A. I., Elenwo, C. E., & Agbeyegebe, O. O. (2022). Soil bioremediation techniques affected by limiting factors in the soil environment. *Frontiers in Soil Science*, 2, 937186. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2022.937186>
- Bala, S., Garg, D., Thirumalesh, B. V., Sharma, M., Sridhar, K., Inbaraj, B. S., & Tripathi, M. (2022). Recent Strategies for Bioremediation of Emerging Pollutants: A Review for a Green and Sustainable Environment. *Toxics*, 10(8), 484. <https://doi.org/10.3390/toxics10080484>
- Benancio Ambrocio, S. V. (2023). Efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco]. Universidad de Huánuco. <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4393/Benancio%20Ambrocio%2c%20Sergius%20Vincent.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berrios Rodríguez, B. M., & Villegas Ruiz, E. C. (2020). Eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo, Moquegua [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional UPeU. <https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/54858281-8756-4d54-9805-f32bf94b5f7f/content>
- Bhukya, B., et al. (2019). Catálogo de la biodiversidad. Recuperado de <https://catalogo.biodiversidad.co/file/5d0d40700677d0fd6bc5e7d5>
- Castro Cabrera, F. G. (2023). Evaluación de las propiedades físicoquímicas del suelo por efecto de la aplicación de bocashi en la producción de piña MD-2 en ambiente protegido [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra, Tecnológico Nacional de México]. Repositorio Institucional RI-TecNM. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/6171>
- Cota-Ruiz, K., Nuñez-Gastelúm, J. A., Delgado-Ríos, M., & Martínez-Martínez, A. (2019). Biorremediación: Actualidad de conceptos y aplicaciones. *Biotecnia*, 21(1), 37-44.

<https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971082005.pdf>

Espinal Yauri, E. J. (2020). Influencia del Trichoderma en la mejora del crecimiento de la planta de cebada y calidad de suelo en Viques [Tesis de bachiller, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8697>

FAO. (2015, 4 de diciembre). Los suelos están en peligro, pero la degradación se puede revertir: El crecimiento poblacional, la industrialización y el cambio climático amenazan la salud del suelo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/newsroom/detail/Soils-are-endangered-but-the-degradation-can-be-rolled-back/en>

Garzón JM, Rodríguez-Miranda JP, Hernández-Gómez C. Revisión del aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. Rev Univ. Salud. 2017;19(2):309-318. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.171902.93>

González-León Y, Ortega-Bernal J, Anducho-Reyes MA, et al. Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la agricultura. TIP Rev Esp Cienc Quim Biol. 2022;25(1):1-14. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=113132>

González-León, Yared, Ortega-Bernal, Jaime, Anducho-Reyes, Miguel Angel, & Mercado-Flores, Yuridia. (2022). Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la agricultura. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 25, e520. Epub 26 de junio de 2023. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.520>

González-León, Yared, Ortega-Bernal, Jaime, Anducho-Reyes, Miguel Angel, & Mercado-Flores, Yuridia. (2022). Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la agricultura. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 25, e520. Epub 26 de junio de 2023. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.520>

González-Rodríguez, G., Preciado-Rangel, P., Lizárraga-Bernal, C. G., & Espinosa-Palomeque, B. (2023). Análisis bibliométrico de la literatura científica sobre el abono orgánico Bokashi: Alternativa en la agricultura

- sostenible. *Biotecnia*, 25(2), 44–54.
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i2.1848>
- Grados Moreyra, N. J. (2024). Antagonismo in vitro de *Trichoderma* spp. frente a *Botrytis* sp y *Fusarium* sp, aislados de *Fragaria ananassa* “fresa” [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/582c3cbf-5e8b-4bb9-974a-ec12a2aeb97f/content>
- Harman, G. E., Doni, F., Khadka, R. B., & Uphoff, N. (2021). Endophytic *Trichoderma* strains improve photosynthetic capacity of plants. *Journal of Applied Microbiology*, 130(2), 529–546.
<https://doi.org/10.1111/jam.14368>
- Hernández, P. B. (2022). Caracterización de aislados nativos de *Trichoderma* spp. para el control de hongos de suelo, Olancho, Honduras, 2019 [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional RiUNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4530/1/tnh10h557.pdf>
- Huaman Medrano, Y. U. (2023). Efectividad de *Trichoderma* spp como biocontrol de la muerte regresiva en el cultivo del palto (*Persea americana* Mill.) en CIFO-UNHEVAL Huánuco, 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/9561>
- Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario [IMIDRA]. (2019, 3 de julio). Nanotecnología para recuperar los suelos contaminados. Fundación para el Conocimiento Madri+d. <https://www.madrimasd.org/en/nanotecnologia-recuperar-los-suelos-contaminados>
- Lesaffre. (2020, 13 de mayo). ¿Quién es *Saccharomyces cerevisiae*, la estrella del mundo de las levaduras? Lesaffre. <https://www.lesaffre.com/trends-mag/introducing-yeast-saccharomyces-cerevisiae/>
- Martínez, B., Infante, D., & Peteira, B. (2015). Taxonomía polifásica y variabilidad en el género *Trichoderma*. *Revista Protección Vegetal*, 30(Número Especial), 11–22.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30s1/rpv004s15.pdf>
- 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. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1120>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2011). Elaboración y uso del bocashi. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) – FAO. San Salvador: FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/324112ce-8842-473d-9ff7-153784c45597/content>
- Montatixe Sánchez, C. I., & Eche Enriquez, M. D. (2021). Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro. *Siembra*, 8(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653868374001> <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i1.1735>
- Núñez Ravelo, Franklin, & Toledo Bruzual, Valentina. (2013). Variación en la composición de la costra microbiótica según la exposición (solana-umbría), en suelos del sector sur de la quebrada Los Barrancos, Valle de Quibor, estado Lara *Revista de Investigación*, 37(78), 193-212. Recuperado en 22 de agosto de 2025, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142013000100010&lng=es&tlng=es.
- Parapouli, M., Vasileiadis, A., Afendra, A.-S., & Hatziloukas, E. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. *AIMS Microbiology*, 6(1), 1–31. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2020001>
- Rojas-Chacón, José Andrés, Echeverría-Beirute, Fabián, Madrigal, José Pablo Jiménez, & Gatica-Arias, Andrés. (2024). Microorganismos de suelo y su relación con la calidad de la bebida de café: Una revisión. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), 57260. <https://dx.doi.org/10.15517/am.2024.57260>
- Rojas-Chacón, José Andrés, Echeverría-Beirute, Fabián, Madrigal, José Pablo Jiménez, & Gatica-Arias, Andrés. (2024). Microorganismos de suelo y su relación con la calidad de la bebida de café: Una revisión. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), 57260. <https://dx.doi.org/10.15517/am.2024.57260>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural; Instituto Nacional de

- Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2022, 30 de junio). Elaboración de Bocashi (Manual práctico nº 8). Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737323/8_Elaboracion_de_Bocashi.pdf
- Sifuentes-Estrada, L., & Carrión-Carrera, G. (2024). Producción de fertilizante orgánico líquido utilizando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) residual del proceso de elaboración de cerveza. *Manglar*, 21(2), 169–176. <https://doi.org/10.57188/manglar.2024.017>
- Stanislav, M. (2024). El papel de *Saccharomyces cerevisiae* en la agricultura sostenible: movilización de fósforo y más allá. *Indogulf BioAg*. <https://www.indogulfbioag.com/post/the-role-of-saccharomyces-cerevisiae-in-sustainable-agriculture-phosphorus-mobilising>
- Volke, T., & Velasco, I. (2024). Estado del arte de tecnologías de remediación de suelos contaminados por plomo: Revisión sistemática 2014–2024. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/387537595_Estado_del_arte_de_tecnologias_de_remediacion_de_suelos_contaminados_por_plomo_Revision_Sistematica_2014-2024
- Zambrano Pacheco, F. J. (2022). Optimización de la descomposición de desechos orgánicos mediante la aplicación de *Saccharomyces* y *Trichoderma* para la elaboración de compost [Trabajo de investigación, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZAMBRANO%20PACHECO%20FERNANDO%20JOAQUIN.pdf>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Evangelista Anchante, L. (2026). *Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (trichoderma y saccharomyces cerevisiae) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://....>

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables indicadores	Metodología	Población y Muestra
¿Cuál es la eficiencia comparativa de los hongos <i>Trichoderma</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la elaboración de bocashi en relación con las condiciones ambientales de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay?	Comparar la eficiencia de los hongos <i>Trichoderma</i> y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la elaboración de bocashi en relación con las condiciones ambientales de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.	H1: La eficiencia en la elaboración del bocashi inoculado con <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> presenta diferencias significativas en función de las condiciones ambientales de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay. H0: La eficiencia en la elaboración del bocashi inoculado con <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> no presenta diferencias significativas en función de las condiciones ambientales de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay.	Variable dependiente Eficiencia en elaboración de bocashi Variables independientes Variedad de hongo (<i>Trichoderma</i> spp. y <i>Saccharomyces cerevisiae</i>) Piso altitudinal	Tipo de investigación: Aplicada, experimental, prospectiva, longitudinal analítica. Enfoque: Cuantitativo. Alcance o nivel: $O_1 \rightarrow GE_1 \rightarrow$ $O_1 \rightarrow GE_2 \rightarrow$ $O_1 \rightarrow GE_3 \rightarrow$ $X_1 \rightarrow O_2$ $X_2 \rightarrow O_2$ $X_1 \rightarrow O_2$ $X_2 \rightarrow O_2$ $X_1 \rightarrow O_2$ $X_2 \rightarrow O_2$ Aplicativo. Diseño Cuasiexperimental.	La población de estudio estaba constituida por los residuos orgánicos secos como estiércol seco, paja o rastrojo seco y cascarilla de las localidades de Shishmay (piso altitudinal alto), Paucar (medio) y Cachuna (bajo), donde se elaboró bocashi mediante fermentación microbiana con <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . La muestra comprendió tres muestras de pretest de elaboración convencional, correspondiente a cada piso altitudinal, y seis lotes experimentales de media tonelada, correspondientes a los tratamientos inoculados con <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . De cada lote se extrajo una muestra representativa de 1 kg mediante el método de cuarteo,

Problemas específicos	Objetivos específicos
¿Cuáles son las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi elaborado sin inoculación de hongos y del bocashi elaborado con Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae en cada piso altitudinal?	Determinar las concentraciones de nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica del bocashi elaborado sin inoculación de hongos y del bocashi elaborado con Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae en cada piso altitudinal.
¿Cuáles son las condiciones ambientales (temperatura, humedad y precipitación) entre los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación del bocashi?	Determinar las condiciones ambientales (temperatura, humedad y precipitación) de los pisos altitudinales de Cachuna, Paucar y Shishmay durante el proceso de fermentación del bocashi.
¿Qué diferencias presentan Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae en la eficiencia fermentativa y en la estabilización de nutrientes del bocashi considerando los diferentes pisos altitudinales?	Comparar la eficiencia de Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae en la estabilización de nutrientes y la madurez final del bocashi en los diferentes pisos altitudinales.

Donde: para la realización de los análisis defísicoquímicos.

GE1: Grupo de estudio 1

GE2: Grupo de estudio 2

GE3: Grupo de estudio 3

O1: Pre test

O2: Post test

X1: Intervención con Trichoderma

X2: Intervención con Saccharomyces cerevisiae

ANEXO 02

RESULTADOS



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS
S.A.C.

INFORME DE ENSAYO

IE-2025-1244

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE :
1.2 RUC o DNI : 72140332
1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
2.2 Muestreado por : CLIENTE ^(c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2025-12-20
2.5 Periodo de Ensayo : 2025-12-20 al 2026-01-04
2.6 Fecha de Emisión : 2026-01-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2025-12-15 ^(c)
2.8 N° de cotización : COT-104690-SL25

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómico - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI: 45841126
QUÍMICO CQP 1337

INFORME DE ENSAYO IE-2025-1244

1. RESULTADOS

- 1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:** Abono Orgánico: Bocashi
Lote: 2025BOCCAC - 06LE
Origen: Producción propia
Presentación: 1 Kg
Muestra de la localidad de Shismay ^(*)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(*)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0036	pH ^(*)	Unidad pH	0.01	9.63
	CE ^(*)	µS/cm	0.10	1905.40
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	0.9
	Materia orgánica	%	0.01	7.6
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	6.52
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	14500.21
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	9210.30
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	65218.41
	Magnesio, Mg %	%	0.01	1.68
	Arena	%	0.01	82.50
	Arcilla	%	0.01	15.00
	Limo	%	0.01	2.50
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0036	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	27.080
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	12450.00
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	458.31
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	119.38

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

NA. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO
IE-2025-1243
1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE :
 1.2 RUC o DNI : 72140332
 1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
 2.2 Muestreado por : CLIENTE ^(c)
 2.3 Número de Muestras : 01
 2.4 Fecha de Recepción : 2025-12-20
 2.5 Periodo de Ensayo : 2025-12-20 al 2026-01-04
 2.6 Fecha de Emisión : 2026-01-05
 2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2025-12-15 ^(c)
 2.8 N° de cotización : COT-104690-SL25

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómetro - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI:45841126
QUIMICO CQP 1337

1. RESULTADOS

1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Abono Orgánico: Bocashi

Lote: 2025BOCCAC - 06LE

Origen: Producción propia

Presentación: 1 Kg

Muestra de la localidad de Paucar ^(*)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(*)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0036	pH ^(*)	Unidad pH	0.01	10.08
	CE ^(*)	μS/cm	0.10	3210.50
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	0.9
	Materia orgánica	%	0.01	5.9
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	3.41
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	8520.34
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	10380.24
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	45862.73
	Magnesio, Mg %	%	0.01	1.43
	Arena	%	0.01	81.20
	Arcilla	%	0.01	17.30
	Limo	%	0.01	1.50
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5

Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0036	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	29.80
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	15620.00
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	552.48
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	101.37

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

NA. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO

IE-2025-1242

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE :
1.2 RUC o DNI : 72140332
1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
2.2 Muestreado por : CLIENTE ^(c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2025-12-20
2.5 Periodo de Ensayo : 2025-12-20 al 2026-01-04
2.6 Fecha de Emisión : 2026-01-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2025-12-15 ^(c)
2.8 N° de cotización : COT-104690-SL25

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómico - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI: 45841126
QUÍMICO CQP 1337

INFORME DE ENSAYO IE-2025-1242

1. RESULTADOS

- 1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA:** Abono Orgánico: Bocashi
Lote: 2025BOCCAC - 06LE
Origen: Producción propia
Presentación: 1 Kg
Muestra de la localidad de Cachuna ^(c)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(c)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0036	pH ^(*)	Unidad pH	0.01	8.62
	CE ^(*)	µS/cm	0.10	1482.40
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	0.9
	Materia orgánica	%	0.01	8.4
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	4.48
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	5800.20
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	6500.28
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	53742.18
	Magnesio, Mg %	%	0.01	1.74
	Arena	%	0.01	84.20
	Arcilla	%	0.01	15.00
	Limo	%	0.01	0.80
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0036	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	34.60
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	14980.00
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	462.38
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	118.34

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

NA. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO

IE-2026-0245

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE
1.2 RUC o DNI : 72140332
1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2026-01-20
2.5 Periodo de Ensayo : 2026-01-20 al 2026-02-04
2.6 Fecha de Emisión : 2026-02-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2026-01-16 (c)
2.8 N° de cotización : COT-104690-SL26

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómico - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI:45841126
QUIMICO CQP 1337

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Abono Orgánico: Bocashi
 Lote: 2026BOCSHI - 01TR
 Origen: Producción propia
 Presentación: 1 Kg
 Muestra de la localidad de Shishmay - Trichoderma ^(c)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(c)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS
Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0353	pH (*)	Unidad pH	0.01	10.07
	CE (*)	µS/cm	0.10	2532.00
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	1.80
	Materia orgánica	%	0.01	21.76
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	7.00
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	22297.49
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	12729.38
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	85302.11
	Magnesio, Mg %	%	0.01	2.44
	Arena	%	0.01	82.50
	Arcilla	%	0.01	15.00
	Limo	%	0.01	2.50
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
 Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0353	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	30.51
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	12888.80
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	476.54
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	132.57

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

N.A. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO

IE-2026-0246

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE
1.2 RUC o DNI : 72140332
1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2026-01-20
2.5 Periodo de Ensayo : 2026-01-20 al 2026-02-04
2.6 Fecha de Emisión : 2026-02-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2026-01-16 (c)
2.8 N° de cotización : COT-104690-SL26

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómico - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI:45841126
QUIMICO CQP 1337

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Abono Orgánico: Bocashi
Lote: 2026BOCSHI - 02LE
Origen: Producción propia
Presentación: 1 Kg
Muestra de la localidad de Shishmay – Levadura ^(c)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(c)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0354	pH (*)	Unidad pH	0.01	9.94
	CE (*)	µS/cm	0.10	1995.00
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	1.31
	Materia orgánica	%	0.01	10.37
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	4.59
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	17491.65
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	12179.13
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	68719.52
	Magnesio, Mg %	%	0.01	1.76
	Arena	%	0.01	82.50
	Arcilla	%	0.01	15.00
	Limo	%	0.01	2.50
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0354	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	29.29
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	20103.37
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	489.17
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	182.28

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

N.A. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO**IE-2026-0247****1. DATOS DEL CLIENTE**

- 1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE
1.2 RUC o DNI : 72140332
1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

- 2.1 Producto : FERTILIZANTE
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2026-01-20
2.5 Periodo de Ensayo : 2026-01-20 al 2026-02-04
2.6 Fecha de Emisión : 2026-02-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2026-01-16 (c)
2.8 N° de cotización : COT-104690-SL26

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómico - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUIMICO
CQP 1337

VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI:45841126
QUIMICO CQP 1337

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Abono Orgánico: Bocashi
Lote: 2026BOCPAU - 03TRI
Origen: Producción propia
Presentación: 1 Kg
Muestra de la localidad de Paucar – Trichoderma ^(c)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(c)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0355	pH (*)	Unidad pH	0.01	10.26
	CE (*)	µS/cm	0.10	3442.00
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	1.28
	Materia orgánica	%	0.01	7.17
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	3.25
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	11539.69
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	13005.45
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	47703.06
	Magnesio, Mg %	%	0.01	1.54
	Arena	%	0.01	82.50
	Arcilla	%	0.01	17.50
	Limo	%	0.01	<0.01
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0355	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	38.73
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	21494.73
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	579.15
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	108.42

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

N.A. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO

IE-2026-0248

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE
1.2 RUC o DNI : 72140332
1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
2.2 Muestreado por : CLIENTE ^(c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2026-01-20
2.5 Periodo de Ensayo : 2026-01-20 al 2026-02-04
2.6 Fecha de Emisión : 2026-02-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2026-01-16 ^(c)
2.8 N° de cotización : COT-104690-SL26

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómetro - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI:45841126
QUIMICO CQP 1337

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Abono Orgánico: Bocashi
Lote: 2026BOCPAU - 04LE
Origen: Producción propia
Presentación: 1 Kg
Muestra de la localidad de Paucar – Levadura ^(c)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(c)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0356	pH (*)	Unidad pH	0.01	10.67
	CE (*)	µS/cm	0.10	5698.00
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	1.45
	Materia orgánica	%	0.01	9.48
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	3.79
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	17917.30
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	14353.30
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	80481.19
	Magnesio, Mg %	%	0.01	2.84
	Arena	%	0.01	80.00
	Arcilla	%	0.01	17.50
	Limo	%	0.01	2.50
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0356	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	31.63
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	16008.43
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	610.10
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	124.63

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

N.A. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO

IE-2026-0249

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE
1.2 RUC o DNI : 72140332
1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
2.3 Número de Muestras : 01
2.4 Fecha de Recepción : 2026-01-20
2.5 Periodo de Ensayo : 2026-01-20 al 2026-02-04
2.6 Fecha de Emisión : 2026-02-05
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2026-01-16 (c)
2.8 N° de cotización : COT-104690-SL26

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómetro - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI:45841126
QUIMICO CQP 1337

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Abono Orgánico: Bocashi
Lote: 2026BOCCAC - 05TRI
Origen: Producción propia
Presentación: 1 Kg
Muestra de la localidad de Cachuna - Trichoderma ^(c)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (Trichoderma y Saccharomyces cerevisiae) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(c)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0357	pH (*)	Unidad pH	0.01	8.79
	CE (*)	µS/cm	0.10	1611.00
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	1.63
	Materia orgánica	%	0.01	11.65
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	4.15
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	11157.01
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	9749.38
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	56225.95
	Magnesio, Mg %	%	0.01	1.89
	Arena	%	0.01	85.00
	Arcilla	%	0.01	15.00
	Limo	%	0.01	<0.01
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0357	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	37.32
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	17801.41
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	514.64
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	129.10

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

N.A. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE ENSAYO
IE-2026-0250
1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : LUIS DIEGO EVANGELISTA ANCHANTE
 1.2 RUC o DNI : 72140332
 1.3 Dirección : JR. CONSTITUCIÓN 255

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : FERTILIZANTE
 2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)
 2.3 Número de Muestras : 01
 2.4 Fecha de Recepción : 2026-01-20
 2.5 Periodo de Ensayo : 2026-01-20 al 2026-02-04
 2.6 Fecha de Emisión : 2026-02-05
 2.7 Fecha y Hora de Muestreo : 2026-01-16 (c)
 2.8 N° de cotización : COT-104690-SL26

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Textura	Hidrómico - Bouyoucos
pH	Potenciometría
CE	Electrométrico
Nitrógeno, N %	Kjeldahl
Materia orgánica	Vol. Redox
Relación C/N	Cálculo
Fósforo, P	UV-VIS
Potasio, K	Absorción Atómica-Llama
Calcio, Ca	Absorción Atómica-Llama
Magnesio, Mg%	Absorción Atómica-Llama
Microelementos: Boro (B), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu)	Espectrofotometría UV-VIS Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama Absorción Atómica-Llama



VERGARAY
D'ARRIGO DIEGO
ROMANO
DNI:45841126
QUIMICO CQP 1337

INFORME DE ENSAYO IE-2026-0250

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Abono Orgánico: Bocashi
Lote: 2026BOCCAC - 06LE
Origen: Producción propia
Presentación: 1 Kg
Muestra de la localidad de Cachuna - Levadura ^(c)

Nombre del Proyecto: Evaluación de la eficiencia de las variedades de hongos (*Trichoderma* y *Saccharomyces cerevisiae*) en la elaboración de bocashi y su relación con los pisos altitudinales ^(c)

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0358	pH (*)	Unidad pH	0.01	8.47
	CE (*)	μS/cm	0.10	1211.00
	Nitrógeno, N %	%	N.A.	1.60
	Materia orgánica	%	0.01	16.65
	Relación C/N	Sin Unidad	N.A.	6.04
	Fósforo, P	mg/Kg	20.00	7318.81
	Potasio, K	mg/Kg	100.00	8554.89
	Calcio, Ca	mg/Kg	3.33	60368.63
	Magnesio, Mg %	%	0.01	2.30
	Arena	%	0.01	82.50
	Arcilla	%	0.01	15.00
	Limo	%	0.01	2.50
	Textura	Sin Unidad	N.A.	Franco arenoso

(*) Relación de trabajo 1:5
Resultados de análisis en base seca

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE MICROELEMENTOS

Tabla N°2: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Muestra	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-0358	Boro, B	mg/Kg	10.00	<10.00
	Cobre, Cu	mg/Kg	1.00	40.37
	Hierro, Fe	mg/Kg	10.00	15562.27
	Manganeso, Mn	mg/Kg	0.33	477.24
	Zinc, Zn	mg/Kg	0.67	126.23

Leyenda

LCM: Límite de Cuantificación de Método.

N.A. No Aplica.

(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

ANEXO 03

PANEL FOTOGRÁFICO



Preparación del bocashi.



Preparación del bocashi.



Visita del jurado de tesis y asesor durante la ejecución del proyecto.



Pesaje de las muestras.



Visita del asesor de tesis durante la ejecución del proyecto



Visita del jurado de tesis durante la ejecución del proyecto.



Muestras para envío a laboratorio.



Muestras para envío a laboratorio.

ANEXO 04

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

