

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ÁNDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO TIPO BOCASHI A PARTIR DE  
RESIDUOS LOCALES, CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ACTIVADORES  
BIOLÓGICOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PATACAMAYA.**

**MICHAEL BELEN VASQUEZ MUGA**

**La Paz – Bolivia**

**2023**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO TIPO BOCASHI A PARTIR DE  
RESIDUOS LOCALES, CON LA APLICACIÓN DE DIFERENTES ACTIVADORES  
BIOLÓGICOS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PATACAMAYA.**

Tesis de grado presentado como requisito parcial  
para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo

**Presentado por:**

**MICHAEL BELEN VASQUEZ MUGA**

**ASESORES:**

Ing. M.Sc. Raquel Tapia Quisbert .....

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera .....

Ing. María Eugenia Cari Mamani .....

**REVISORES:**

M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

Ph.D. Roberto Miranda Casas

Ing. Willams Alex Murillo Oporto

**APROBADO**

Presidente tribunal examinador .....

**La Paz – Bolivia**

**2023**

## *DEDICATORIA*

*A Dios por cuidarme y guiarme en este recorrido de la vida, por darme sabiduría y el entendimiento para culminar mis estudios. A mi familia, dedico el presente trabajo a mis papás Alfredo Vasquez Chambi a mi madre Felipa Muga Tancara, quien ha sido un pilar fundamental en mi formación integral y profesional. De la misma manera agradecer el apoyo y el cariño de mi hermana Ruth Vasquez Muga.*

## AGRADECIMIENTO

Mi más grande agradecimiento.

A nuestro señor creador, por haberme dado la vida, por darme la oportunidad de vivir y disfrutar de lo bueno de este mundo, por permitirme concluir la Carrera Académica, para mejorar la sociedad y a la que nos debemos como profesionales.

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad Agronomía-Carrera de Ingeniería Agronómica, pilar fundamental quien me cedió de sabiduría y enriquecimiento intelectual para la formación de mi profesión para toda la vida. Por ende, a todos los docentes de la CIA quienes fueron los que me inculcaron toda la sabiduría.

A la Estación Experimental Patacamaya, dependientes de la Facultad de Agronomía, por haberme brindado el apoyo incondicional en realizar el presente trabajo de investigación.

A mi asesor Ing. Freddy Carlos Mena Herrera, Ing. M.Sc. Raquel Tapia Quisbert, Ing. María Eugenia Cari Mamani por el apoyo constante en el perfil y así en el Borrador de tesis y la conclusión del documento final, por la comprensión, apoyo del día a día hasta llegar a concluir el trabajo.

A los tribunales revisores: M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco, Ph.D. Roberto Miranda Casas, Ing. Willams Alex Murillo Oporto por las observaciones, correcciones, revisiones y sugerencias realizadas para mejorar el documento del presente trabajo.

A mis padres Alfredo Vasquez Chambia y Felipa Muga Tancara, por el apoyo que me brindan, a mi hermana Ruth Vasquez Muga por el apoyo que me brindaron en todo este tiempo de la vida universitaria.

A mi compañero de vida José Luis Magueño Anconi al que no puedo agradecer lo suficiente por todo su apoyo mientras escribía mi tesis. Estuve trabajando en ella durante tanto tiempo que sin tu ayuda no sé cómo habría podido terminarla. Gracias por ser mi caja de resonancia, mi motivación y mi guía durante todo este proceso.

¡A mis compañeros de curso y amigos de la Facultad de Agronomía que me brindaron su apoyo moral durante todo el tiempo, mil gracias!

## INDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Justificación .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos .....	3
<b>2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
2.1 Bocashi.....	5
2.1.1 Que es el Bocashi.....	5
2.1.2 Origen del bocashi .....	5
2.1.3 Ventajas que tiene el abono bocashi .....	5
2.1.4 Desventaja del abono bocashi.....	6
2.1.5 Factores por los cuales los abonos orgánicos fermentados paralizan su actividad biológica .....	6
2.2 Activadores.....	7
2.2.1 Suero de leche.....	7
2.2.2 Yogurt .....	7
2.2.3 Levadura .....	8
2.1 Etapas del abono bocashi .....	8
2.2 Parámetros esenciales para un óptimo proceso de Bocashi.....	9
2.2.1 Temperatura: .....	9
2.2.2 El pH: .....	9
2.2.3 La aireación: .....	10
2.2.4 El tamaño de la partícula: .....	10

2.2.5	Relación carbono nitrógeno: .....	10
2.3	Materiales para preparar el abono bocashi .....	11
2.3.1	Abono .....	11
2.3.2	Melaza .....	11
2.3.3	Rastrojo.....	11
2.3.4	Tierra de lugar.....	12
2.3.5	Agua .....	12
2.3.6	Carbón o ceniza.....	13
2.4	Propiedades del Bocashi.....	13
2.4.1	Propiedades físicas de los suelos que se beneficia con el uso del Bocashi 13	
2.4.2	Propiedades químicas del suelo que se benefician al ser aplicado el abono bocashi. 14	
2.4.3	Propiedades biológicas de los suelos que se beneficia con el uso del Bocashi. 14	
2.5	Microbiología del Bocashi.....	15
2.6	Forma de aplicación .....	15
2.7	Que es cromatografía.....	16
2.7.1	Criterios para el análisis y diagnóstico de los cromatogramas.....	17
<b>3</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b> .....	<b>18</b>
3.1	Ubicación geográfica .....	18
3.2	Características climáticas.....	18
3.2.1	Topografía.....	18
3.2.2	Temperatura .....	19
3.2.3	Heladas.....	20

3.2.4	Flora.....	20
3.2.5	Suelos.....	21
3.2.6	Zona y grados de erosión .....	21
<b>4</b>	<b>MATERIALES Y METODO.....</b>	<b>22</b>
4.1	Materiales.....	22
4.1.1	Residuos orgánicos .....	22
4.1.2	Herramientas para el trabajo de campo.....	22
4.1.3	Materiales de gabinete.....	22
4.2	metodoloGÍA.....	23
4.2.1	Diagrama de la elaboración del abono tipo Bocashi.....	23
4.2.2	Procedimiento experimental.....	24
a)	Delimitación.....	24
b)	Acopio de residuos orgánicos.....	24
c)	Recolección del abono (ovino) .....	24
d)	Activadores.....	24
e)	Armado de la pila.....	24
f)	cubierta de las pilas.....	25
g)	Volteos .....	25
h)	Temperatura.....	25
j)	Tamizado de los Bocashi.....	25
k)	Muestreo de los bocashi para el laboratorio.....	25
4.3	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	26
4.3.1	Factores de estudio .....	26
4.3.2	Croquis experimental .....	26

4.4	Variables de respuesta.....	27
4.4.1	Características físicas.....	27
4.4.2	Características químicas.....	27
4.4.3	Análisis de cromatografía.....	28
4.4.4	Análisis económico .....	28
<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>29</b>
5.1.1	Comportamiento de la temperatura durante el proceso de descomposición del abono orgánico bocashi.....	29
5.2	Análisis físico de los tratamientos del Bocashi .....	33
5.2.1	Datos de laboratorio de la Densidad real.....	33
5.2.2	Datos de laboratorio de la densidad aparente .....	34
5.2.3	Datos de laboratorio de porosidad .....	35
5.2.4	Datos de laboratorio de la humedad final .....	36
5.3	Análisis químicos de los tratamientos del Bocashi .....	37
5.3.1	Control del pH en base al tiempo en días durante el proceso de descomposición del abono orgánico.....	37
5.3.2	Análisis de laboratorio de la Conductividad Eléctrica (CE) .....	39
5.3.3	Análisis de laboratorio de Potasio intercambiable.....	40
5.3.4	Análisis de laboratorio de nitrógeno total .....	42
5.3.5	Análisis de laboratorio fosforo disponible.....	43
5.3.6	Análisis de laboratorio de la materia orgánica .....	45
5.3.7	Peso inicial y peso final.....	46
5.4	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	47
5.4.1	COSTOS VARIABLES POR TRATAMIENTO.....	47
5.4.2	Relación Beneficio Costo B/C por tratamiento .....	48



<b>6 CONCLUSIONES</b> .....	50
<b>7 RECOMENDACIONES</b> .....	52
<b>8 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	58

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1</b>	Prueba de puño para la determinación de la humedad. ....	12
<b>Figura 2</b>	Forma de aplicación del abono Bocashi. viveros, trasplantes y hortalizas. ..	16
<b>Figura 3</b>	provincia aroma vista panorámica de la estación Experimental de Patacamaya. ....	18
<b>Figura 4</b>	Comportamiento de la temperatura en la región de Patacamaya. ....	19
<b>Figura 5</b>	Comportamiento de heladas en el tiempo del proceso de descomposición del abono Bocashi. ....	20
<b>Figura 6</b>	Análisis cromatográfico T0.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Figura 7</b>	Análisis cromatográfico T1.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Figura 8</b>	Análisis cromatográfico TII.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Figura 9</b>	Análisis cromatográfico TIII.....	¡Error! Marcador no definido.

## ÍNDICE DE GRAFICA

<b>Grafica 1</b> Comportamiento de la temperatura (mañana) de los tratamientos.....	29
<b>Grafica 2</b> Temperatura promedio de la tarde en Patacamaya (2023) .....	31
<b>Grafica 3</b> Densidad real de diferentes tipos de bocashi maduros. ....	33
<b>Grafica 4</b> Densidad real de diferentes tipos de bocashi maduros. ....	34
<b>Grafica 5</b> Porosidad de diferentes tipos de bocashi (2023).....	35
<b>Grafica 6</b> Datos de la humedad de los Bocashis maduros en Patacamaya (2023). ....	36
<b>Grafica 7</b> Comportamiento del pH durante el proceso de bocashi con diferentes tipos de activadores Patacamaya (2022). ....	37
<b>Grafica 8</b> Comportamiento de la C.E. de los diferentes tratamientos.....	39
<b>Grafica 9</b> Comparación de potasio entre tratamientos, de diferentes tipos de Bocashi. ....	40
<b>Grafica 10</b> Comparación de nitrógeno de los diferentes tratamientos de los Bocashi.	42
<b>Grafica 11</b> Comportamiento del fosforo de los diferentes tratamientos del abono bocashi .....	43
<b>Grafica 12</b> Análisis de contenido de materia orgánica de los diferentes tratamientos de los Bocashis.....	45
<b>Grafica 13</b> Comparación de rendimientos de los diferentes tratamientos del abono Bocashi. ....	46
<b>Grafica 14</b> Beneficio costo por tratamientos. ....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Propiedades químicas de algunos estudios, del abono bocashi. ....	14
<b>Tabla 2</b> Análisis de varianza temperatura de la mañana.....	30
<b>Tabla 3</b> Test Duncan para tratamientos en variable temperatura de la mañana.....	30
<b>Tabla 4</b> Análisis de varianza para la variable temperatura de la tarde .....	32
<b>Tabla 5</b> Test Duncan para tratamientos en variable temperatura de la tarde.....	32
<b>Tabla 6</b> Comparación de la densidad aparente .....	35
<b>Tabla 7</b> Comparaciones del parámetro pH del abono bocashi.....	38
<b>Tabla 8</b> Comportamiento del parámetro de la C.E. de diferentes abonos Bocashi .....	39
<b>Tabla 9</b> Datos de otras investigaciones del elemento potasio del Bocashi .....	41
<b>Tabla 10</b> Comparación del parámetro del N del abono Bocashi .....	43
<b>Tabla 11</b> Comparación del parámetro del fósforo del abono Bocashi .....	44
<b>Tabla 12</b> Análisis de variación para la variable rendimiento.....	46
<b>Tabla 13</b> Prueba de comparación de medias del rendimiento con Duncan.....	47
<b>Tabla 14</b> Análisis económico de la elaboración del abono tipo Bocashi.....	48

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1</b> Registro de las temperaturas diarias.....	60
<b>Anexo 2</b> Comportamiento de pH en el proceso de bocashi.....	64
<b>Anexo 3</b> Rendimiento final del bocashi maduro.....	65
<b>Anexo 4</b> Datos del análisis de laboratorio físico químico del abono bocashi.....	66
<b>Anexo 5</b> Análisis cromatográfico de los tratamientos.....	70
<b>Anexo 6</b> Recojo de rastrojos .....	75
<b>Anexo 7</b> Almacenamiento del estiércol de bovino .....	75
<b>Anexo 8</b> Preparación de activadores.....	74
<b>Anexo 9</b> Armado de las pilas de bocashi.....	75
<b>Anexo 10</b> Determinación de la temperatura.....	74
<b>Anexo 11</b> Primer volteo.....	75
<b>Anexo 12</b> Determinación de Ph.....	75
<b>Anexo 13</b> Microorganismos .....	76
<b>Anexo14</b> Quinto día del bocashi.....	75
<b>Anexo 15</b> Escarcha de bocashi por heladas.....	76
<b>Anexo 16</b> Tamizado.....	75
<b>Anexo 17</b> Mezclado de las muestras .....	76
<b>Anexo 18</b> Cuarteo de la muestra.....	76
<b>Anexo 19</b> Muestra etiquetada para laboratorio.....	76

## RESUMEN

Bocashi es un abono orgánico fermentado con una composición química rica en macro y micronutrientes asociados a una gran cantidad de microorganismos benéficos, que ayuda en la fertilización de los cultivos. Este significa fermento o fermentado, su elaboración no es una receta y se puede adecuar a los materiales primas que se disponga en el lugar. Diferentes estudios muestran las ventajas que los agricultores experimentan con los abonos orgánicos al utilizar recursos y materiales primas locales, por otro lado, Hoy en día, los métodos de producción utilizados en la industria agrícola están siendo seriamente cuestionados en todo el mundo, ya que se ha optado por ignorar los factores de calidad y salud y se ha enfatizado otros factores como el tiempo y la cantidad. Esto dando el uso a los agroquímicos. El objetivo del presente estudio fue, evaluación del abono orgánico tipo Bocashi a partir de residuos locales, con la aplicación de diferentes activadores biológicos. La investigación fue realizada en la Estación Experimental de Patacamaya, se evaluó tres diferentes activadores más un testigo. Los tratamientos T0 (testigo), T1 (suero de leche), T2 (levadura), T3(yogurt), se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron características físicas (densidad real, densidad aparente, porosidad y humedad gravimétrica), características químicas (pH, conductividad eléctrica, potasio intercambiable, nitrógeno total, materia orgánica y fósforo disponible), como también el análisis de cromatografía y análisis económico. Los resultados muestran que el tratamiento T3 (yogurt) fue el que presentó mejor calidad de nutrientes: densidad real  $.1,06 \text{ g/cm}^3$ , densidad aparente,  $0,41 \text{ g/cm}^3$ , porosidad 62,00%, pH 9,34, conductividad eléctrica, 8,93 N 1,27% P 0,025% K 0,84%, mientras que el testigo T0 fue el que presentó menor calidad. En cuanto a costos fue el tratamiento con yogur T3, fue el más económico con una relación B/C=1,15 Bs y de mejor calidad, el más caro es el de levadura T2 con una relación B/C= 1,03 Bs. En conclusión, con el T3 se obtuvo los mejores resultados físicos químicos. Por lo tanto, es posible utilizar yogurt para realizar abonos orgánicos, lo cual constituye a la no dependencia de los agroquímicos.

## SUMMARY

Bocashi is a fermented organic fertilizer with a chemical composition rich in macro and micronutrients associated with a large number of beneficial microorganisms, which helps in the fertilization of crops. This means fermented or fermented, its preparation is not a recipe and can be adapted to the raw materials available on site. Different studies show the advantages that farmers experience with organic fertilizers when using local resources and raw materials, on the other hand, Today, the production methods used in the agricultural industry are being seriously questioned around the world, as they are has chosen to ignore quality and health factors and has emphasized other factors such as time and quantity. This giving use to agrochemicals. The objective of this study was to evaluate Bocashi-type organic fertilizer from local waste, with the application of different biological activators. The research was carried out at the Patacamaya Experimental Station, three different activators plus a control were evaluated. Treatments T0 (control), T1 (whey), T2 (yeast), T3 (yogurt), a completely randomized block design was applied with four treatments and three repetitions. The variables evaluated were physical characteristics (real density, apparent density, porosity and gravimetric humidity), chemical characteristics (pH, electrical conductivity, exchangeable potassium, total nitrogen, organic matter and available phosphorus), as well as chromatography analysis and economic analysis. The results show that treatment T3 (yogurt) was the one that presented the best nutrient quality: real density,  $.1.06 \text{ g/cm}^3$ , apparent density,  $0.41 \text{ g/cm}^3$ , porosity 62.00%, pH 9.34, electrical conductivity, 8.93 N 1.27% P 0.025% K 0.84%, while the control T0 was the one with the lowest quality. In terms of costs, the treatment with T3 yogurt was the most economical with a B/C ratio = 1.15 Bs and of better quality, the most expensive was the T2 yeast treatment with a B/C ratio = 1.03 Bs. In conclusion, the best physical and chemical results were obtained with T3. Therefore, it is possible to use yogurt to make organic fertilizers, which constitutes non-dependence on agrochemicals.

# 1 INTRODUCCIÓN

Bocashi es un abono orgánico fermentado con una composición química rica en macro y micronutrientes asociados a una gran cantidad de microorganismos benéficos, que ayuda en la fertilización de los cultivos y lo más importante, devuelve la vida y productividad al suelo. (Ramos & Terry, 2014).

La agricultura busca mejorar las condiciones del suelo, buscando alternativas para aumentar las propiedades físicas, químicas y biológicas durante años. El ser humano ha utilizado varias alternativas y medios de como producir de manera sencilla, un abono orgánico bocashi

Este término significa fermento o fermentado, su elaboración no es una receta y se puede adecuar a los materiales primas que se disponga en el lugar. En la actualidad lo fabrican con materiales propios de su sistema productivos y de los alrededores, de manera menos costosa y más accesible.

El Bocashi requiere un menor tiempo a la hora de la descomposición suministrando, activadores para acelerar el proceso de descomposición. Además que el uso de abono orgánico contribuye de manera significativa a cuidar el ambiente por un lado ayuda a preservar la salud de los suelos, donde nos ayuda a obtener alimentos sanos y de calidad, además de que este proceso hace uso de materiales o residuos los cuales de una manera individual no servirían para nada antes por el contrario sería una carga más para el medio ambiente, por ello el uso de este tipo de materiales en la elaboración de los abonos orgánicos ayuda de una manera u otra a proteger el ambiente (Barrena, 2006).

IBEPA (2009) indica que la degradación de las coberturas vegetales en la región por actividades antrópicas (ganadería y extracción de la thola *Parastrephia quadrangularis* y yareta *Azorella compacta*), es una causa fundamental para el deterioro de los suelos y el medio ambiente en general. El incremento de la población humana y del ganado (ovino, vacuno y camélido) en el Altiplano contribuye al deterioro de las tierras agrícolas y de pastoreo. Los serios problemas de degradación que sufren los suelos del Altiplano boliviano, afectan a otros recursos como el agua, deteriorando el medio



ambiente y acercándonos a una desertificación en general, por tanto, es necesario incidir en propuestas de solución integral con el fin de frenar o mitigar su avance.

## **1.1 ANTECEDENTES**

El bocashi es un abono orgánico que ha sido utilizado por agricultores japoneses desde hace mucho tiempo. Según Restrepo (2007) el concepto bocashi significa: cocer al vapor los materiales del abono, mientras Ramos y Terry (2014) mencionan que dicho concepto se define como materia orgánica fermentado.

Las ventajas que los agricultores experimentan con los abonos orgánicos según Restrepo (2007) son: utilizar recursos y materias primas locales baratas, asequibles, de fácil almacenamiento, con posibilidad de organizar y planificar la obtención del producto final generado por ellos mismos, haciéndolos independientes de la red comercial y cadenas de distribución, con resultados a corto plazo, beneficios para el ambiente, disminución de la contaminación logrando enriquecer y mejorar la fertilidad de sus suelos con el uso de abonos más completos.

IICA (2014), menciona que la innovación es un impulsor de la mejora económica y el bienestar de los países especialmente de áreas rurales. Es importante que se invierta en estudios de innovaciones.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Hoy en día, los métodos de producción utilizados en la industria agrícola están siendo seriamente cuestionados en todo el mundo, ya que se ha optado por ignorar los factores de calidad y salud y se ha enfatizado otros factores como el tiempo y la cantidad. Esto es particularmente evidente en el uso creciente e indiscriminado de agroquímicos como pesticidas, herbicidas e insecticidas. Bickel (2018), observo en un sondeo sobre el uso de plaguicidas en Bolivia en 2018 momento en el cual casi la mitad de los 2.190 plaguicidas químicos registrados y autorizados por el SENASAG ese año fueron clasificados como altamente o moderadamente tóxicos. Lo cual generan un sin fin de problemas, entre ellos la contaminación y degradación ambiental y la rápida pérdida de recursos naturales, también es una amenaza para la salud y el bienestar del consumidor. porque a la hora de ser aplicación debe ser controlado por personal estrictamente responsable y capacitado que siga estrictamente las normas en cuanto al uso de

agroquímicos por los humanos. Jors (2016) realizó un estudio sobre las intoxicaciones laborales por pesticidas en el que evidencio que 70% de los participantes (N=201) reportan haber sufrido síntomas de intoxicación relacionada a su aplicación durante el último año 2015.

Con el presente trabajo de investigación se pretende mostrar las propiedades físicas y químicas, del abono orgánico tipo Bocashi utilizando residuos locales para su elaboración. Los desechos orgánicos son recursos útiles para mejorar los suelos que han perdido su capacidad, productiva ya que la materia orgánica mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo donde aumenta en la producción de alimentos.

A sí mismo el uso de abono orgánico ayuda de manera significativa a cuidar el medio ambiente en el cual nos ayuda a preservar la salud de los suelos en donde ayuda a obtener alimentos sanos y de calidad, además de que el proceso hace uso de materiales o residuos del cual ya no serviría para nada como la paja malezas, restos de cosecha, por lo cual solo sería una carga para el sector, por ello el uso de este tipo de materiales en la elaboración en abonos orgánicos constituye de una forma a proteger la atmosfera y evitar usar químicos.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluación de la calidad del abono orgánico tipo Bocashi a partir de residuos locales, con la aplicación de diferentes activadores biológicos en la estación Experimental Patacamaya

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Describir las condiciones climáticas del proceso de la elaboración del abono Bocashi
- Evaluar las características físicas del Bocashi en función a los activadores biológicos.
- Evaluar las características químicas del Bocashi en función a los activadores biológicos.

- Evaluar el efecto de los activadores sobre el tiempo de 31 días del abono Bocashi.
- Evaluar las características cromatográfico de los diferentes tratamientos.
- Realizar un análisis económico preliminar del proceso de elaboración del abono Bocashi con los diferentes tratamientos.

## **2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 BOCASHI**

#### **2.1.1 Que es el Bocashi**

Carlos & Quiroz (2021) mencionan que el Bocashi es un abono orgánico resultado de un proceso de fermentación aeróbica simple de hacer y con materiales de origen local, aunque varían según la disponibilidad en cada región, los siguientes elementos son importantes: estiércol seco, paja o rastrojo, cascarilla de arroz, carbón, harina de roca, tierra, levadura, melaza o piloncillo, y agua. Aporta al suelo materia orgánica y nutrientes esenciales como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc, Cobre y Boro, mejorando así las condiciones físicas y químicas del suelo. Donde también aumenta la cantidad de microorganismos.

#### **2.1.2 Origen del bocashi**

No fue hasta 1999 cuando Restrepo define “Bocashi” como un abono orgánico fermentado elaborado a partir de estiércol y otros componentes orgánicos (Restrepo, 1999).

Vasquez & Luna (2009) también indica que la palabra Bocashi es del idioma japonés para el caso de la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, significa cocer al vapor los materiales del abono, aprovechando el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los mismos.

#### **2.1.3 Ventajas que tiene el abono bocashi**

La FAO (2011) menciona las siguientes ventajas que presenta el abono Bocashi:

- Mejora las condiciones físicas y químicas del suelo y previene enfermedades a las raíces de los cultivos.
- Aporta nutrientes necesarios para estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos.
- Mejora gradualmente la fertilidad y vida del suelo promoviendo mayor retención de humedad y plantas sanas con mayor producción.
- Aporta materiales orgánicos al suelo, permitiendo la fijación de carbono, así como la capacidad de absorción de agua.

- Reducción de las enfermedades.
- Se aprovechan residuos orgánicos locales.
- Los materiales son fáciles de conseguir y de bajo costo.
- Es fácil la preparación y aplicación.
- El tiempo de fermentación es corto; varía de acuerdo con las condiciones climáticas de cada región; suma entre 12 a 21 días. En regiones cálidas
- Es un abono de alta calidad.
- En su elaboración no se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitándose cualquier inicio de putrefacción.

#### **2.1.4 Desventaja del abono bocashi**

Garro (2016) indica que es un fertilizante orgánico inestable porque la materia orgánica no se descompone por completo y puede causar problemas con la germinación de los cultivos o "quemar" los cultivos que ya están en crecimiento debido a la concentración de ácidos orgánicos de cadena corta, amoníaco o sales. No se recomienda su uso en semilleros o viveros, lo ideal es utilizarlo siempre cuando esté maduro. Si el bocashi no se calienta a altas temperaturas, existe el riesgo de que se presenten patógenos e insectos dañinos.

#### **2.1.5 Factores por los cuales los abonos orgánicos fermentados paralizan su actividad biológica**

Según Rodríguez, Escalona, & Gómez (2016) los factores que pueden llegar a desestabilizar el proceso son:

- Estiércol muy viejo, estar expuesto al sol, lavado por las lluvias.
- Mucha concentración de tierra o cascarilla de arroz, eso es en caso de la gallinaza
- Presencia de sustancias tóxicas en los residuos sólidos orgánicos recolectados.
- El exceso de humedad para la elaboración de los abonos, tendría como consecuencia la putrefacción.
- Desequilibrio de las proporciones de los ingredientes.

- Una deficiencia en la uniformidad de la mezcla para la preparación del abono.
- Una exposición directa al sol, lluvia y viento.

## **2.2 ACTIVADORES**

Son materia orgánica obtenida de la fermentación, tienen un contenido importante de proteínas, aportan microorganismos para el proceso de compostaje, activan microorganismos para el proceso de compostaje, activan los microorganismos naturales presentes en el material de partida, estos microorganismos son responsable del proceso de descomposición, estos pueden ser, yogur, suero, levadura y otros que ayudan en el proceso de compostaje (Chilon, 2013).

Los organismos presentes en el proceso de descomposición dependen del sustrato y la situación en la que se desarrollen los procesos. De su secuencia de tiempo determinación. Aunque existen algunos bacilos termófilos, las bacterias y los hongos son los causantes de la etapa mesófila, especialmente las bacterias del género Bacillos. La descomponían que realizan las bacterias representa el 10% mientras que el actinomiceto representa un 15-30 % es realizado por actinomicetos. (Meléndez & Soto, 2003).

### **2.2.1 Suero de leche**

De acuerdo a Foots (2012) el suero de leche es una fuente de proteína de alta calidad proveniente de la leche y es el subproducto del proceso de elaboración del queso. El suero de leche es un término colectivo que describe las proteínas solubles en la leche bovina es un ambiente de bajo pH, como existe durante la elaboración del queso proceso que permite que se liberen las proteínas de suero de leche. En la actualidad. Los productos alimenticios de consumo masivo están aprovechando las ventajas nutricionales de las proteínas de suero de leche, así como también su sabor neutro, funcionalidad y el creciente número de beneficios asociados para la salud de estos. También es un reto ambiental, ya que sus desechos contaminan el agua o sistemas de drenaje donde produce una grave contaminación.

### **2.2.2 Yogurt**

Cabrera (2011) indica que los microorganismos encargados de convertir la leche en yogurt (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) son bacterias positivas

donde producen ácido láctico como metabolito principal. Los streptococcus son microorganismos que crecen en forma óptima en un intervalo de temperaturas entre los 40 y 45° C por lo cual las temperaturas los destruyen con facilidad. Su metabolismo se detiene a temperaturas por debajo de los 10° C. *L. bulgaricus* es capaz de fermentar glucosa, fructosa, lactosa y sacarosa.

### **2.2.3 Levadura**

Según bueno (2010) la levadura se constituye en la principal fuente de inoculación microbiológica. Suele utilizarse de forma granulada, también puede servir en la elaboración de los abonos orgánicos, como también es la madre de la elaboración del pan. Si no se dispone de levadura, puede añadirse tierra de bosque, compost, o Bocashi ya elaborado, ya que contienen grandes proporciones de microorganismos.

La mayoría de las levaduras son mesófilas, con una temperatura máxima de crecimiento entre 24 y 48° C, son una pocas pueden ser psicófilos estas son las que se forman por debajo de 24° C, pero la mayoría puede crecer a 50° C y una pocas pueden desarrollarse a 0° C. Crecen a una humedad de 90-95%, toleran un rango de pH entre 3 y 10, pero prefieren un medio ligeramente ácido con un pH de 4,5 a 6,5 y son organismos aerobios (Carrillo, 2006).

## **2.1 ETAPAS DEL ABONO BOCASHI**

La FAO ( 2011) menciona que en el proceso de la elaboración del abono orgánico fermentado puede edirse que existen dos etapas bien definidas:

***Etapas I:*** la primera fase por la que atraviesa la fermentación del abono orgánico es la estabilización, en donde la temperatura puede llegar a alcanzar aproximadamente temperaturas entre 70 -75°C si no la controlamos adecuadamente, esto debido al incremento de la actividad microbiana.

***Etapas II:*** la temperatura del abono empieza a decrecer nuevamente, dado el agotamiento o el decrecimiento de la fuente energética que retroalimentaba el proceso. En este momento empieza la estabilización del abono y únicamente sobresalen los ingredientes que muestran una mayor dificultad para su inmediato empleo.

## **2.2 PARÁMETROS ESENCIALES PARA UN ÓPTIMO PROCESO DE BOCASHI**

### **2.2.1 Temperatura:**

La FAO (2011) menciona que la temperatura está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que inicia después de la etapa de mezclado de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de catorce horas de haberlo preparado el abono bocashi, debe presentar temperatura que superar fácilmente los 50° C, donde indica que es una buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. La actividad microbiana puede verse afectada por la falta de oxígeno, humedad excesiva o insuficiente, otro factor que afecta sería el clima.

EAT (2019) menciona que, con el transcurso de los días, la temperatura del Bocashi ira disminuyendo hasta alcanzar una temperatura ambiente entre 19 y 23 °C. en cuanto la temperatura haya disminuido y los ingredientes se vean desintegrados y pequeños, el Bocashi estará listo para almacenarlo o aplicarlo (Ministerio de Agricultura- Servicio Agrícola y Ganadero, 2014).

### **2.2.2 El pH:**

Según Ahumado (2005) el pH influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH = 6-7,5). El pH varía a lo largo del proceso, en la primera fase “mesófila”, puede bajar por la formación de ácidos, para volver a aumentar posteriormente, finalmente el pH disminuye en la fase final o de maduración.

Largo (2004), citado por kalil (2007) sostiene que la acidez-alcalinidad (pH) en la etapa mesófila y termófila, suele sufrir un descenso porque se descomponen la mayoría de los carbohidratos, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. Se presenta una correlación positiva entre estas dos variables (temperatura y pH): a medida que aumenta la temperatura asciende el pH hasta hacerse alcalino (8-9), esto se explica por la descomposición de proteínas y formación de amoníaco.

(Bertoli, 2015) Menciona que para la elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscila entre 6 y 7,5 porque los valores extremos inhiben la actividad microbiológica



durante el proceso de la degradación de los materiales. Sin embargo, al inicio de la fermentación el pH es bien bajo, pero gradualmente se va autorregulando con la evolución de la fermentación o maduración del abono

Avalos (2013) menciona que el pH debe mantenerse en un intervalo de 4 a 6, para el crecimiento óptimo de la capa de levadura si el pH es alcalino, su crecimiento es más lento

### **2.2.3 La aireación:**

Es necesaria la presencia de oxígeno o una buena aireación para que no exista limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono. Se estima que debe haber al menos una concentración de oxígeno del 5% al 10% en los macro poros en el abono. Sin embargo, cuando el micro poro se encuentra en estado anaeróbico (sin oxígeno), puede perjudicar a la aireación del proceso y se obtiene un producto de mala calidad, esto puede ser por el exceso de humedad (Bertoli, 2015).

### **2.2.4 El tamaño de la partícula:**

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono puede presentar la ventaja de aumentar las superficies para su descomposición microbológica. Sin embargo, el exceso de partícula muy pequeña puede llevar fácilmente a una compactación que favorece al desarrollo de un proceso anaeróbico, lo que no es ideal para obtener un buen abono orgánico fermentado. En algunos casos, este fenómeno se corrige mezclando al abono con materiales de relleno de partículas mayores, como son pedazos picados de maderas. Carbón vegetal grueso, etc. Por otro lado, la forma de preparar el Bocashi es variada y se ajusta a las condiciones y a los materiales que cada campesino dispone en su finca o comunidad. Es decir, no existe una única receta o fórmula para hacer los abonos (Bertoli, 2015).

### **2.2.5 Relación carbono nitrógeno:**

La relación C: N ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación se calcula que es de 25-35. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización; por otro lado, si la relación es mayor resultara en una fermentación y descomposición más lenta, se considera que la mezcla

ideal para la fabricación de compost debe tener más material rico en carbono que en nitrógeno (FAO, 2011).

Ina (2019) menciona que a medida que avanza el compostaje, la relación C:N disminuye gradualmente de 30:1 a 10-15:1 en el producto terminado.

## **2.3 MATERIALES PARA PREPARAR EL ABONO BOCASHI**

### **2.3.1 Abono**

Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad de la tierra con algunos nutrientes, principales como fósforo, potasio calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos. Dependiendo de su origen, puede aportar inóculos orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejoran las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplicarán los abonos (Restrepo, 2009).

### **2.3.2 Melaza**

Según INCA (2014) sirve como fuente de energía para los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos. Además, provee cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrimentos.

### **2.3.3 Rastrojo**

Las malezas, pajas, hojas restos de poda, etc. generalmente son abundantes en la parcela y se puede utilizar para la elaboración de abonos orgánicos donde los restos vegetales aportan gran variedad de nutrientes, que forman parte del tejido vegetal y cuando se trata de residuos verdes, son fácilmente degradables, por lo que ayudan a iniciar el proceso de descomposición, al igual que los estiércoles animales. Los restos vegetales secos, compuestos por material lignificados, poseen una relación carbono nitrógeno más elevado, por lo que su descomposición es más lenta. En el caso de residuos de poda u otros de tamaño grande es fundamental reducir el tamaño de partículas, mediante su trituración, para lograr así una buena homogeneidad del preparado (Infante, 2011).

### 2.3.4 Tierra de lugar

Su función es darle más homogeneidad física, por ejemplo, para distribuir la humedad, aportar microorganismos y nutrientes, lo que estimula la descomposición y permite que suba la temperatura donde es un inoculante de microorganismos naturales, lo que también le da homogeneidad al producto con partículas de arcilla, limo y arena. Siempre es ideal usar la mejor tierra posible que se pueda encontrar debajo de los árboles, en los cerros o cerca del granero. (Infante, 2011).

### 2.3.5 Agua

Citando a Ramos & Terry (2014) el agua es un elemento imprescindible, en el proceso de obtención del abono por el papel que juega en la multiplicación de los microorganismos fermentadores, ayuda a la absorción, retención y distribución de los nutrientes del abono. Tanto la falta de humedad como su exceso son perjudiciales para la obtención final de un buen abono orgánico fermentado. La humedad ideal del abono se va logrando gradualmente, en la medida que se incrementa poco a poco el agua a la mezcla de los ingredientes. La forma más práctica de ir probando la humedad ideal es por medio de la prueba del puñado o puño, la cual consiste en tomar con la mano una cantidad de la mezcla y apretarla, de la cual no deberán salir gotas de agua entre los dedos y se deberá formar un terrón quebradizo en la mano.

### Figura 1

*Prueba de puño para la determinación de la humedad del abono bocashi.*



**Fuente:** Humusorganic (2022)

### **2.3.6 Carbón o ceniza**

Restrepo (2009) menciona que mejora las características físicas del suelo, como su estructura, lo que facilita una mejor distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo “esponja sólida”, el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de éstos en la tierra. Por otro lado, las partículas de carbón permiten una buena oxigenación del abono, de manera que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación, otra propiedad que posee este elemento es la de funcionar como un regulador térmico del sistema radicular de las plantas, asíéndolas más resistentes contra las bajas temperaturas nocturnas que se registran en algunas regiones. Finalmente, la descomposición total de este material en la tierra dará como producto final, humus.

## **2.4 PROPIEDADES DEL BOCASHI**

### **2.4.1 Propiedades físicas de los suelos que se beneficia con el uso del Bocashi**

Para Urbano, (2002) la influencia de las aplicaciones del bocashi en las propiedades físicas del suelo esta relacionada con la mejora de la estrucutra de este, lo que se puede traducir en:

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y cohesionado los suelos sueltos y arenosos.
- Mejora el laboreo al dar más esponjosidad al terreno.
- Reduce la erosión del suelo, favoreciendo el crecimiento radicular y la capacidad de retención de la humedad.
- Aumenta la infiltración y permeabilidad. Aumenta la permeabilidad de los suelos de arcilla y la capacidad de retención de agua de suelos arenosos.
- Aumenta la capacidad de retención de nutrientes del suelo, por lo que se aumenta la fertilidad de este.
- Aumento de la porosidad, facilitando el drenaje y también la aireación y respiración de las raíces.
- Confiere un color oscuro al suelo debido a la materia orgánica

#### 2.4.2 Propiedades químicas del suelo que se benefician al ser aplicado el abono bocashi.

Según varios autores como se muestra en la tabla 1, indican que los resultados de diferentes investigaciones realizadas, del Bocashi aporta N, P, K y esto depende a la calidad de los materiales utilizados, en su elaboración también a la hora el proceso de preparación y porcentaje de humedad,

**Tabla 1**

*Propiedades químicas de algunos estudios, del abono bocashi.*

Parámetros	Unidades	(Moreno, 2019)	Pérez
Potasio	%	1,30	1,50
Nitrógeno	%	0,89	1.09
Fósforo	%	0,85	0,78

**Fuente:** Moreno (2019) y Pérez (2008)

Según Urbano (2002) las propiedades químicas del bocashi son:

- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico "CIC" (mayor que las arcillas).
- Regula el ph

#### 2.4.3 Propiedades biológicas de los suelos que se beneficia con el uso del Bocashi.

"El Bocashi después de estar descompuesto y de ser aplicado al suelo actúa como fuente de energía y nutrición para los microorganismos presentes en el suelo. Estos viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. Una población microbiana activa es índice de un suelo fértil." (Urbano, 2002).

Para el mismo autor las propiedades biológicas del bocashi son:

- Suministro de elementos nutritivos orgánicos para los microorganismos, bacterias hongos y otros que prosperan y viven en un equilibrio natural, quienes liberan nutrientes, producen ácidos que disuelven nutrientes y las ponen a disposición de las plantas.
- El bocashi aumenta la temperatura del suelo incrementando la cantidad de microorganismos, que producirán mayor cantidad de nutrientes.
- Incrementa la actividad biótica, es rico en microbios lo que hace que frene a los organismos dañinos.

## 2.5 MICROBIOLOGÍA DEL BOCASHI

- Hongos:

Magalys & Marcial (2017) Indica que los hongos hacen su presencia en el proceso de compostaje. Los hongos más comunes encontrados en los materiales son *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*

- Actinomicetos:

Federico (2011) menciona que durante el proceso de modificación de la materia orgánica de un abono orgánico es relevante, debido a la capacidad enzimática para degradar compuestos orgánicos complejos (celulosa, lignina etc.). Asimismo, indica que mucha de las especies que participan en este proceso son tolerantes a las temperaturas que alcanzan los abonos orgánicos.

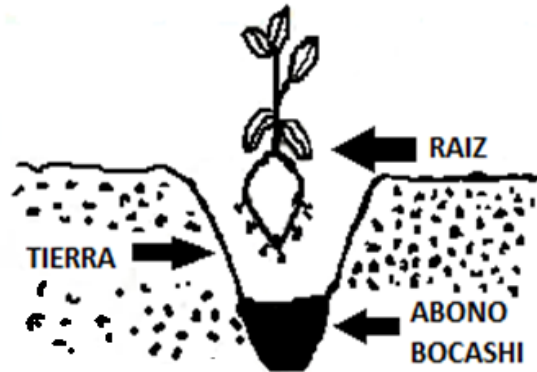
## 2.6 FORMA DE APLICACIÓN

Sepulveda (2018) señala las siguientes recomendaciones:

- Se puede aplicar directamente en los surcos, camellones o camas ya sembradas, pero a una distancia de 15 cm de las plantas.
- Puede aplicarse a todos los cultivos.
- Si se quiere utilizar como fuente de sustrato para almácigo, se deberá utilizar un kilo de Bocashi en combinación con 10 kilos de otros ingredientes como tierra de monte, composta, vermicompost etc.

**Figura 2**

*Forma de aplicación del abono Bocashi. viveros, trasplantes y hortalizas.*



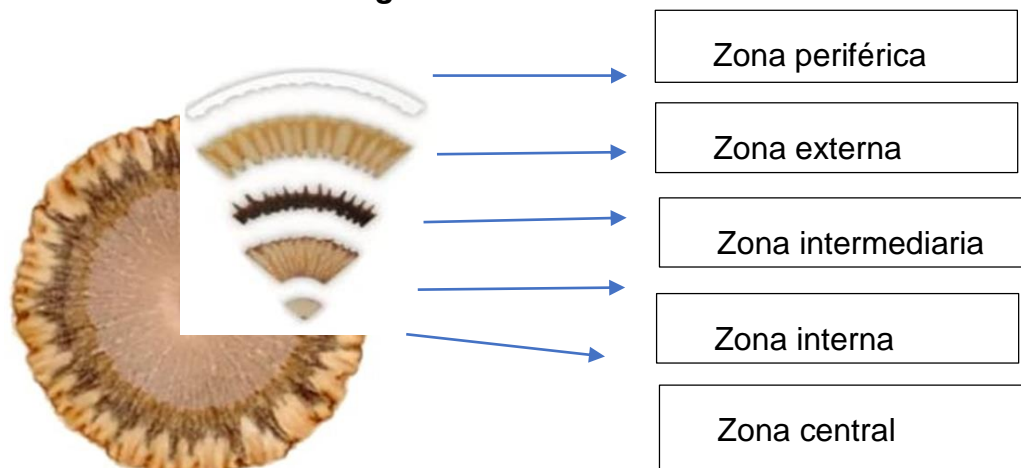
**Fuente:** EAT (2019),

## **2.7 QUE ES CROMATOGRAFÍA.**

Restrepo & Pinheiro (2011) es un método para el análisis cualitativo de suelos, vegetación, frutos, etc. Mediante el método cromatógrafico se crea un gráfico cuyas formas y colores permiten una interpretación cualitativa de las condiciones biológicas y físicas del sustrato, lo que permite identificar el estado saludable del suelo y determinar si el suelo está bien estructurado o los minerales. presentes en él están disponibles para las plantas y si la diferencia entre las diferentes fases que hacen que el suelo sea fértil y si la integración es buena. La cromatógrafico se divide en zonas (ver la figura 3).

**Figura 3**

***División de la zona de una cromatografía.***



**Fuente:** Restrepo & Pinheiro (2011)

### **2.7.1 Criterios para el análisis y diagnóstico de los cromatogramas**

Chilon (2013) menciona que los cromatogramas se interpretan por la forma y color de las zonas:

Zona 1 CENTRAL: Presencia y actividad de los microorganismos (parte viva).

Zona 2 INTERNA: Parte mineral.

Zona 3 INTERMEDIA: Parte orgánica.

Zona 4 EXTERNA: Parte húmica o enzimática.

Zona 5 PERIFÉRICA: Registro e identificación.

- Cuando el primer círculo central es color crema o blanco hueso se considera como bueno.
- Cuando los minerales del segundo círculo interno presentan patrón de formas uniforme son condiciones no deseables, indica poca diversidad biológica.
- Cuando el patrón de formas en el segundo círculo mineral tiende a formar variadas con imágenes de tipo de plumas de ave con raquis es un abono de buena calidad.
- Cuando el tercer círculo parte orgánica indica la cantidad de materia orgánica, la presencia y prolongación de plumas y un aspecto grumoso indica buenas condiciones.
- Cuando el cuarto círculo parte húmica o enzimática si se observa figuras en forma de nubes, estamos en presencia de un buen suelo y un abono orgánico de calidad.
- Cuando los límites entre zonas son graduales indica de procesos en marcha de la integración entre zonas cuando son límite difuso y de difícil discriminación, indica buen suelo y abonos orgánicos de buena calidad

Agrología (2014), indica que los colores de una cromatografía se clasifican en:

- Blanco hueso o crema: suelo sano de buena calidad, suelos de agricultura orgánica, biodinámicas.
- Negro u oscuro: color no deseado, características de suelos destruidos por la mecanización y utilización de agroquímicos.
- Muy blanco: significa nitrógeno orgánico en los abonos, urea u otra fuente de nitrógeno.



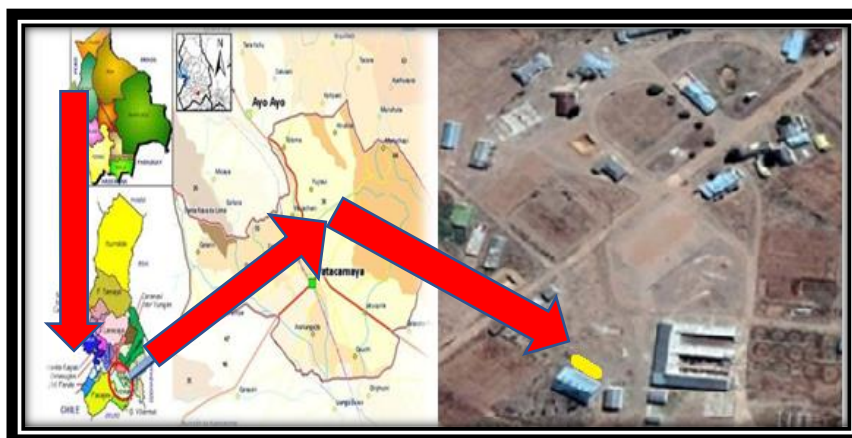
### 3 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en las áreas pertenecientes al Centro Experimental Patacamaya.

PTDI, (2016-2020) menciona que se encuentra ubicado en el Municipio de Patacamaya, a 101 km. De la ciudad de La Paz, donde se encuentra en la región del altiplano central de la provincia Aroma teniendo como límites los municipios de Ayo, provincia Loayza; al Sur: Municipio de Umala; al Este: Municipio de Sica Sica y al Oeste: Provincia Pacajes (ver figura 4).

#### Figura 4

*ubicación del trabajo de investigación en la provincia aroma. Vista panorámica de la estación Experimental de Patacamaya.*



*Fuente:* Google Earth, (2023)

#### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Está situado geográficamente a coordenadas de 17°55` de latitud sur y 67°57` de longitud oeste, con una altitud de 3687 m.s.n.m. (PDM. Patacamaya, 2016).

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

##### 3.2.1 Topografía

La topografía del municipio Patacamaya presenta serranías con colinas en dirección Noreste y Noroeste, en cuyas laderas se cultivan: papa, cebada, haba y quinua (PDM, 2016).

En la parte Sur de la carretera La Paz - Oruro, en la dirección del río Kheto, que abarca un 45 % de la superficie total, los restantes 55 % se encuentran al Norte de la carretera donde se presenta las ondulaciones y serranías (PDM, 2016).

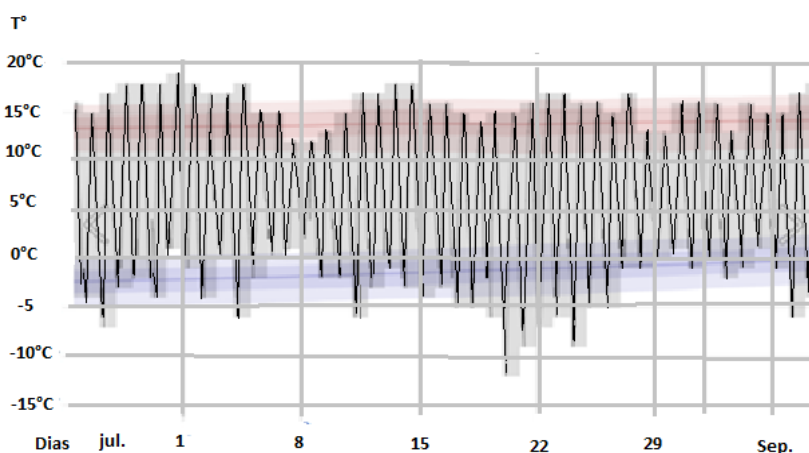
### 3.2.2 Temperatura

El municipio de Patacamaya registra una temperatura máxima de 21,2 °C y una mínima de -5,2 °C, con una temperatura media de 9,7 °C, la precipitación anual de la zona es de 414 mm, siendo los meses de septiembre a marzo que presentan mayor frecuencia de precipitación. El mes con mayor intensidad de precipitación es enero con 102,2 mm y la humedad relativa media en la época seca de la zona es del 45 %, incrementándose en los meses de enero, febrero y marzo a 60 % de humedad, (PDM. Patacamaya, 2016).

Los datos meteorológicos de la zona fueron registrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Weather Spark) se observa que durante la gestión agrícola (2022), la temperatura máxima media se dio durante el mes de AGOSTO alcanzando 17 °C, mientras que la temperatura mínima media se registró con un valor de - 14 °C. como se muestra (en la figura 5).

#### Figura 5

*Comportamiento de la temperatura en la región de Patacamaya*



**Fuente:** Meteorológico e Hidrología Weather Spark (2022),

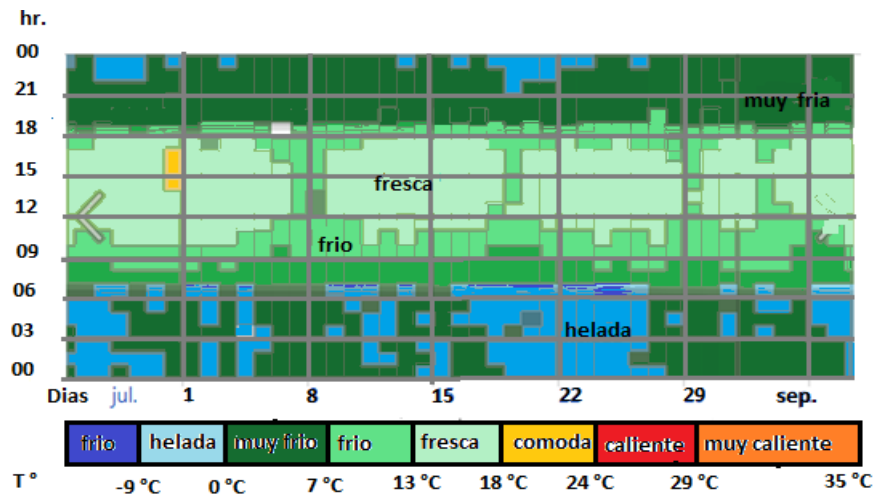
### 3.2.3 Heladas

Las heladas ocasionan grandes efectos negativos, provocando pérdidas en los sectores agrícolas y pecuarios del altiplano, llegando a alcanzar 120 días de helada al año es importante destacar que los meses libres de helada son en los meses de septiembre octubre noviembre diciembre, las mayores frecuencias de heladas se dan en la época de mayo a agosto periodo conocido como época seca. (SENAMHI, 2016).

Existe una mayor incidencia de helada los días 2,4, 15, 19,20,21,22,23,24,25. En esos días las temperaturas en la madrugada llegan hasta los -5 °C bajo cero. Los efectos de las heladas incidieron en la elaboración del abono Bocashi. Como se muestra (en la figura 6).

#### Figura 6

Comportamiento de heladas en el tiempo del proceso de descomposición del abono Bocashi.



Fuente: Meteorológico e Hidrología Weather Spark (2022)

### 3.2.4 Flora

La formación vegetal en el municipio es de carácter xerófila composición florística variada solos siguientes quinua silvestre (*Chenopodium spp.*), cola de ratón (*Myosurus minimus*), mostacilla (*Sisymbrium altissimum*), tola (*Parastrephia quadrangularis*), (PDM. Patacamaya, 2016).

### **3.2.5 Suelos**

PDM (2006-2010) menciona que están formados por un complejo de serranías altas rocosas con pequeñas inclusiones de llanura, pie de monte y bofedales, por lo general cubiertos de pastos naturales, con pequeñas áreas de cultivo de condición climática poco profunda, rojos oscuros a negros con una textura franco arcilloso con grava y piedra, con pH que varían de neutro a ligeramente alcalino, la profundidad de la capa arable es de 20 a 30 centímetros. La humedad del suelo es baja, razón por la cual la agricultura se desarrolla en época de lluvia, con la siembra de papa (*Solanum tuberosum*), cebada (*Hordeum vulgare*), alfalfa (*Medicago sativa*) y quinua (*Chenopodium quinoa*).

### **3.2.6 Zona y grados de erosión**

La presencia de erosión en el municipio Patacamaya es muy variada, se puede observar la presencia de erosión hídrica en surcos y cárcavas en las serranías, y una erosión hídrica laminar en terrenos de menor pendiente, todo esto ocasionado en época lluviosa (PDM, 2016). En época seca existe la presencia de erosión eólica, las cuales ocasionan serios problemas, sobre todo en áreas de cultivo dejando los suelos sin cobertura vegetal y desprotegidos. Un ejemplo típico de mayor grado de erosión presenta la comunidad de Chacoma (cerros pelados), se observa un grado de erosión desde leve, moderada y fuerte en lugares de pendiente.

## **4 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 MATERIALES**

#### **4.1.1 Residuos orgánicos**

- Restrojos de cosecha:
- Restos de forraje (alfalfa),
- pajas de cereales (jipi de quinua),
- rastrojos (paja, maleza)
- estiércol de bovino,
- Bocashi maduro
- tierra virgen,
- ceniza
- activadores

#### **4.1.2 Herramientas para el trabajo de campo**

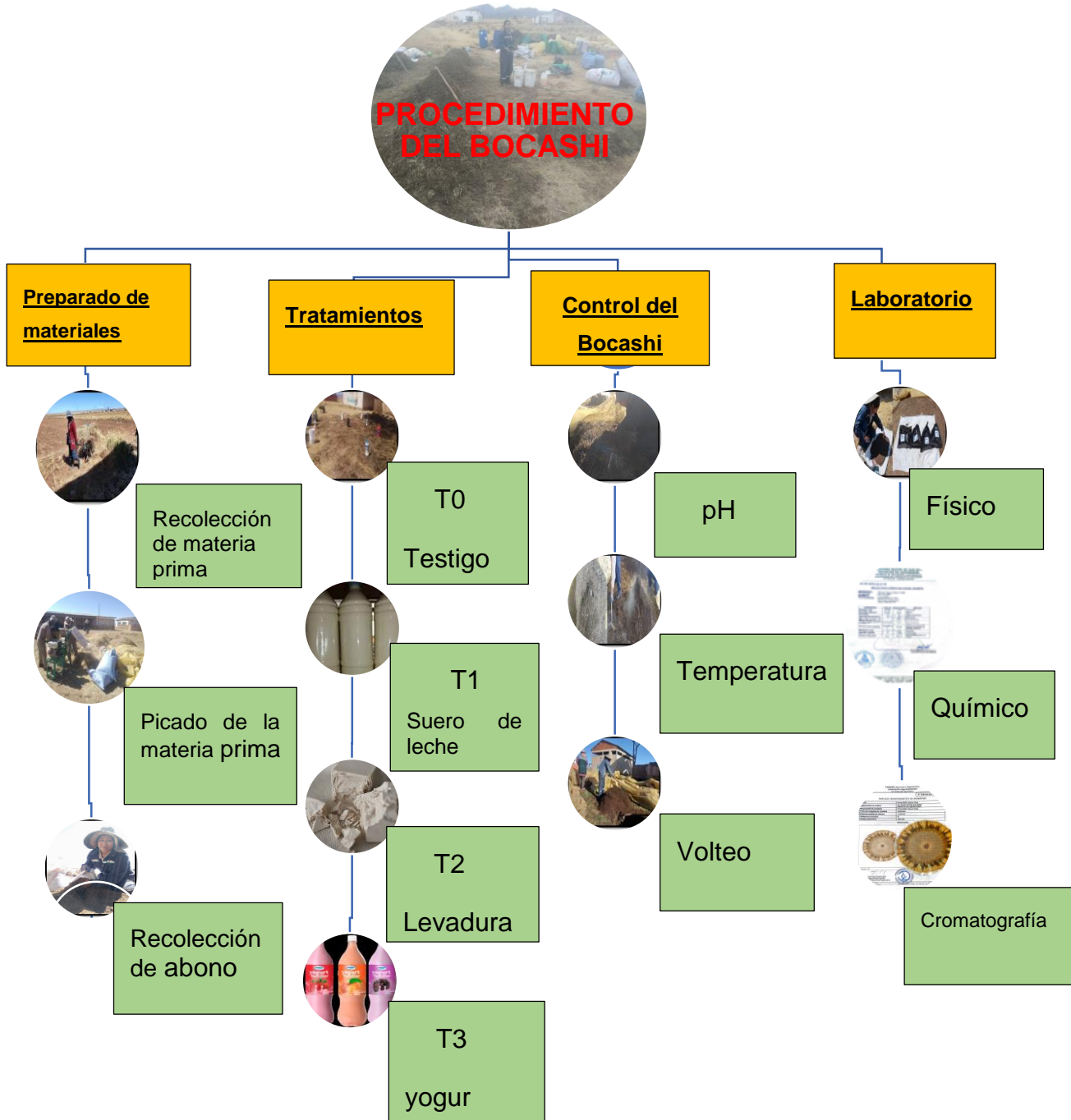
- Carretilla
- Pala
- Trinche
- Tamizador
- cinta métrica
- baldes
- yutes
- bolsas nailon.

#### **4.1.3 Materiales de gabinete**

- computadora
- Lápiz
- Cuaderno
- hojas

## 4.2 METODOLOGÍA

### 4.2.1 Diagrama de la elaboración del abono tipo Bocashi.



#### **4.2.2 Procedimiento experimental**

El presente trabajo se realizó en la estación experimental Patacamaya donde se realizó el siguiente procedimiento:

##### **A) DELIMITACIÓN**

Para este experimento se escogió el área de cultivos andinos, Estación Experimental Patacamaya se delimitó con las siguientes medidas: 1,80 metros de largo 1,50 metros de ancho para cada repetición y de 0,90 metros de pasillos, ver en anexo.

##### **B) ACOPIO DE RESIDUOS ORGÁNICOS.**

Se recolectó la paja y posterior a eso se realizó el picado de los restos de paja la cual no superó los 5 cm de largo siendo que la paja presenta mucha lignina de esta forma facilitar la actividad microbiana en el proceso de descomposición y así reducir el tiempo de maduración del abono.

La recolección del material orgánico se realizó durante dos semanas recolectando de diferentes lugares de la estación

##### **C) RECOLECCIÓN DEL ABONO (OVINO)**

Se hizo la compra de estiércol de ovino para la elaboración de abono Bocashi pesando en 30 kilos cada yute.

##### **D) ACTIVADORES**

Utilizando los activadores biológicos en una relación de 2 litros de yogur en 4 litros de agua, así mismo el suero de leche 2 litros en 4 litros de agua, mientras la levadura 0.5 kg. en 4 litros de agua recomendados por Chilon (2010). De los cuales en cada tratamiento se utilizaron 6 litros de activador preparado.

##### **E) ARMADO DE LA PILA**

Cada tratamiento tuvo la siguiente composición de los materiales: estiércol(ovino) 60kg, Bocashi 20 kg, tierra de lugar 7 kg, alfalfa 8 kg, jipi de quinua 7 kg, paja o rastrojo 5 kg, ceniza 4 kg. Cada pila de bocashi está constituido de la siguiente manera ver en el anexo

## **F) CUBIERTA DE LAS PILAS**

Para el proceso del Bocashi se necesita de temperaturas adecuadas, para lo cual se utilizó nilón corriente, como aislantes, para la protección contra cambios de temperatura y humedad en el ambiente, pero por sobre todo de las lluvias y de la acción directa de los rayos del sol, puesto que se quiere minimizar al máximo la pérdida de humedad y calor.

## **G) VOLTEOS**

El primer volteo se realizó de 72 horas con la finalidad de que reduzca las temperaturas que ascienden los 70 grados para llegar a estabilizar y este entre los 50 °C por lo que el primer volteo se realizó alrededor de las 10:00 am aproximadamente y por la tarde a horas 15:00 pm cada volteo se realizó de la siguiente manera la parte superior se introdujo a la parte superior y viceversa durante 2 semanas para regular la temperatura y permitir, una mejor descomposición. El volteo se realizó 3 días a la semana pasado las 2 semanas se realizó solo un volteo hasta la hora de la cosecha.

## **H) TEMPERATURA**

La medición de la temperatura durante el proceso de la fermentación del abono Bocashi tomando datos con un termómetro digital de – 5 °C a 30 °C realizando 2 veces al día a horas 10:00 am y 15:00 pm durante 31 días, en la medición de temperatura en la pila de Bocashi se realizó en 3 zonas de la pila a una altura de 15 cm

### **i) pH**

Para medir el pH se realizó con el (soil tester) tomando los datos cada 3 días por la mañana

## **J) TAMIZADO DE LOS BOCASHI**

Se realizó el tamizado como el pesaje de cada tratamiento, para posteriormente embolsarlo para saber sus rendimientos de cada tratamiento.

## **K) MUESTREO DE LOS BOCASHI PARA EL LABORATORIO**

Después de ser tamizado los abonos tipos Bocashis de los diferentes tratamientos de cada bloque se obtuvo 3 submuestras y se colocaron en una bolsa se mesclo bien, de



las cual se embolsó 1 kg. Para los análisis físicos, químicos y cromatografía, estas muestras se entregaron con sus respectivas etiquetas.

### **4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para la realización de la presente investigación se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar según Vicente ( 2010).

Donde el modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij} \text{ Vicente ( 2010).}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto del bloque

$\alpha_i$  = Efecto de los activadores

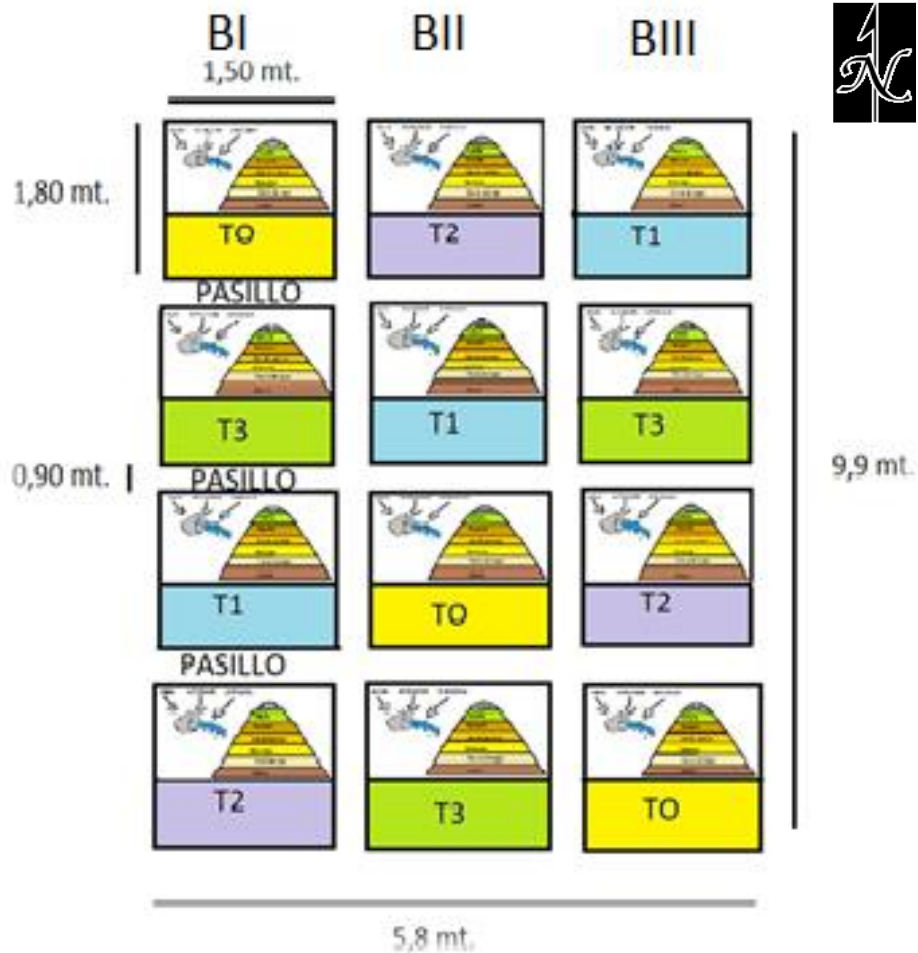
$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

#### **4.3.1 Factores de estudio**

Se aplicaron 3 bloques con 4 tratamientos y 3 repeticiones al azar, dando un total de 12 unidades experimentales.

- ✓ T0= Sin activador
- ✓ T1=Suero de leche/agua solución 2L:4L
- ✓ T2=Levadura/agua solución 0.5kg:4L
- ✓ T3=Yogur/agua solución 2L:4L

#### **4.3.2 Croquis experimental**



#### 4.4 VARIABLES DE RESPUESTA

##### 4.4.1 Características físicas

El análisis físico se realizó en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la ciudad de La Paz los parámetros que se determinó de los tratamientos fueron:

- Densidad real  $\text{g/cm}^3$  (picnómetro)
- Densidad aparente  $\text{g/cm}^3$  (densidad aparente)  $\text{g/cm}^3$
- Porosidad % (probeta; picnómetro)
- Humedad gravimétrica % (gravimetría)

##### 4.4.2 Características químicas

El análisis químico se realizó en el laboratorio de la ciudad de La Paz, los parámetros que se determinaron de las muestras, al final de los tratamientos, fueron:

- pH en H<sub>2</sub>O relación 1:5 (potenciómetro)
- Conductividad eléctrica mmhos/cm (Potenciómetro)
- Potasio intercambiable meq/100g (Espectrofotómetro de emisión atómica)
- Materia orgánica % (Calcinación)
- Nitrógeno total % (kjendahl)
- Fosforo disponible ppm (espectrofotometría UV-visible)

#### **4.4.3 Análisis de cromatografía.**

El análisis de cromatografía se realizó en el laboratorio Puruma agricultura regenerativa laboratorio agroambiental "la casa del agricultor"

#### **4.4.4 Análisis económico**

Este análisis tiene la finalidad de identificar los tratamientos con mayor beneficio económico.

##### **4.4.4.1 Costos variables**

Los costos variables constantemente difieren, según los insumos utilizados para la producción de bocashi que en este caso son los siguientes; acopio de residuos orgánicos, apilado, activadores, volteos, tamizado y cosecha.

##### **4.4.4.2 Costos fijos**

Los costos fijos, no tienden a variar, se hace una inversión durante el tiempo de investigación, que en este caso será el uso de palas, rastrillo y nylon.

##### **4.4.4.3 Costos totales**

Son la sumatoria de los costos fijos y los costos variables que se invierten en la investigación para este efecto se determinaron en los conceptos anteriores.

##### **4.4.4.4 Beneficio/costo**

Beneficio costo es la relación entre el beneficio bruto y los costos totales, que se calcula en los cuatro tratamientos.

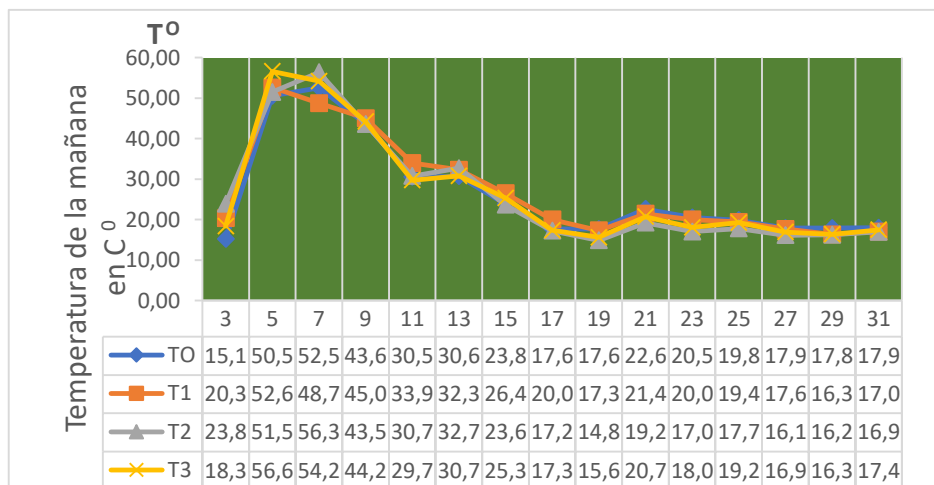
## 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1.1 Comportamiento de la temperatura durante el proceso de descomposición del abono orgánico bocashi.

La temperatura de la mañana se registró a la 10:00 am de los tratamientos se tomó cada 2 días recogiéndose 15 temperaturas durante 31 días que duro el proceso de elaboración del abono orgánico bocashi como se muestra en la gráfica 1:

#### **Grafica 1**

*Comportamiento de la temperatura (mañana) de los tratamientos.*



En la gráfica 1, se puede observar que después de las 24 horas de haber elaborado el bocashi se registró temperaturas promedio de 21 - 42°C pero a partir del quinto día hubo un incremento drástico de la temperatura promedio de 56°C Restrepo & Pinheiro (2011), indica que aproximadamente después de catorce horas de haberlo preparado el abono debe presentar los 50-60°C lo que es una buena señal para continuar con las demás etapas del proceso para evitar la desnaturalización de nutrientes es donde se realizó el primer volteo de la mañana. A partir del día 13 las temperaturas comienzan a disminuir y solo se realiza un volteo por la tarde.

**Tabla 2***Análisis de varianza temperatura de la mañana*

<b>FV</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadro Medio</b>	<b>F-calculado</b>	<b>P-valor</b>	<b>Sig(5%)</b>
BLOQUES	6,99	2	3,49	2,14	0,2	ns
TRATAMIENTO	1,25	3	0,42	0,26	0,85	ns
Error	9,8	6	1,63			
Total	18,04	11				
C.V.	4,74					

\*= significativo; \*\*=altamente significativo; ns=no significativo; CV%=Coeficiente de variación

De acuerdo a la tabla 2, para tratamiento el cálculo estadístico determina no significativo, ya que no existe diferencia en las temperaturas de la mañana de los 4 tratamientos, el coeficiente de variación 4,74 para este caso indica un buen manejo del trabajo de investigación.

**Tabla 3***Test Duncan para tratamientos en variable temperatura de la mañana*

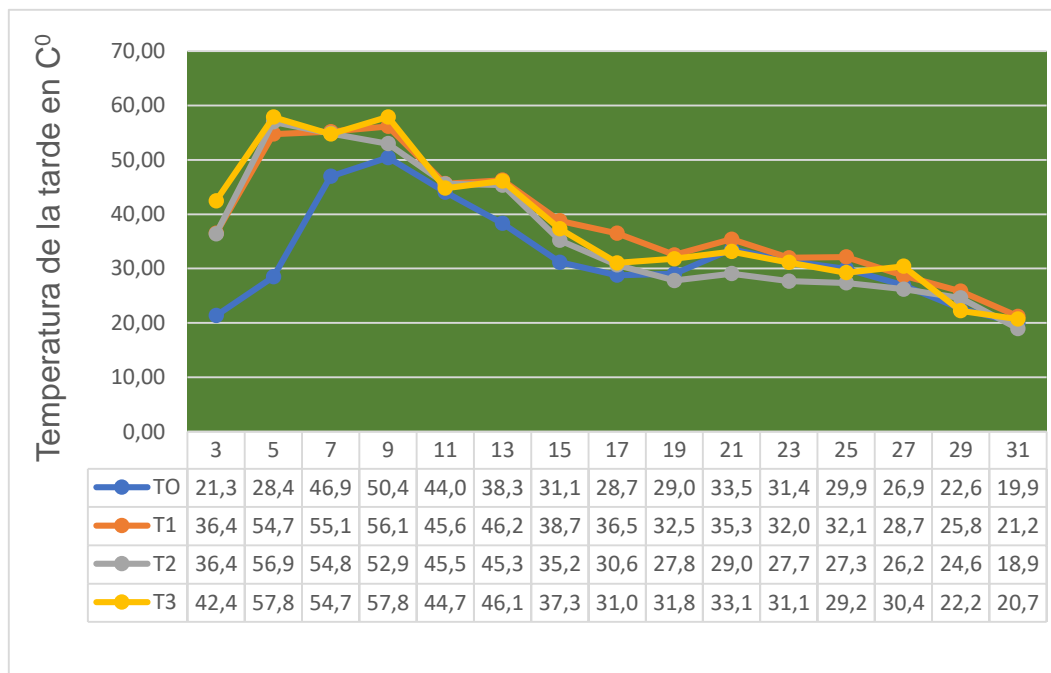
<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Duncan%5</b>
T1 suero l.	27,31	A
T0 testigo	27,21	A
T3 yogurt	26,74	A
T2 levadura	26,53	A

En la tabla 3, se observa la prueba de Duncan al  $\alpha=0,05$  de probabilidad estadística para la temperatura de la mañana de bocashi, en el cual los 4 tratamientos se parecen estadísticamente, por motivo de que las temperaturas son bajas y hay presencia de heladas. Manuel (2018) menciona que puede ser debido a una falta de oxígeno como también afecta el clima en el que se está desarrollando, para que los microorganismos actúen descomponiendo los sustratos orgánicos y como consecuencia de esa actividad microbiana se genera calor, aumentando la temperatura.

## Grafica 2

Temperatura promedio de la tarde, del abono tipo bocashi en la estación Experimental

Patacamaya (2023)



Durante el registro de la temperatura tomada por la tarde en la gráfica 2 se observa que sube la temperatura, por tal razón se realizó dos volteos por día. Pasando las dos semanas aproximadamente se realizó solamente un volteo esto por la tarde. El volteo es un factor muy importante, ya que permite que la temperatura disminuya, tenga oxigenación de la materia orgánica y un número alto de colonias microbianas. Esto se logra removiendo la pila haciendo un vaciado de un lugar a otro. EAT, (2019) indica que la temperatura debe ser ambiente entre 19 y 23°C a partir de que la temperatura comienza a estabilizar el abono orgánico bocashi ya está listo para ser tamizado. También menciona que su aplicación deberá ser 15 días antes de la siembra o trasplante.

**Tabla 4***Análisis de varianza para la variable temperatura de la tarde*

FV	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadro Medio	F.calculado	p-valor	Sig(5%)
BLOQUES	2	7,13	3,56	4,65	0,06	*
TRATAMIENTO	3	85,08	28,36	37,01	0	**
Error	6	4,6	0,77			
TOTAL	11	96,8				
C.V.	2,40					

\*= significativo; \*\*=altamente significativo; ns=no significativo; CV%=Coeficiente de variación

En la tabla 4, se observa un coeficiente de variación de 2,40 %, cuyo valor indica para trabajo en campo la confiabilidad de datos estudiados, así como el manejo de las unidades experimentales y es por ello que se tuvo un buen manejo de unidades experimentales

Para tratamientos las diferencias fueron altamente significativas, el mismo expresa que al menos uno de los activadores ha tenido efecto en la temperatura por lo cual se realizó una comparación de medias a través de la prueba Duncan al 5% como se observa en la tabla 5.

**Tabla 5***Test Duncan para tratamientos en variable temperatura de la tarde.*

Tratamientos	T <sup>0</sup>	Duncan $\alpha=0,05$
T3 yogurt	38,89	A
T2 levadura	38,49	A
T1 suero l.	36,09	B
T0 testigo	32,19	C

En la tabla 5, se observa la prueba de Duncan al  $\alpha=0,05$  de probabilidad estadística para la temperatura de la mañana de bocashi se puede observar que la mayor temperatura se dio en el T3 yogurt el T2 levadura siendo estadísticamente iguales. Seguido de la T1 Suero de leche y La interacción más baja estadísticamente fue el T0 testigo con los promedios más bajos para la variable temperatura

Esta diferencia de temperatura se debe a los activadores y a la oxigenación que se da en la mañana, también a la elevación de las temperaturas que se registran por la tarde.

## 5.2 ANÁLISIS FÍSICO DE LOS TRATAMIENTOS DEL BOCASHI

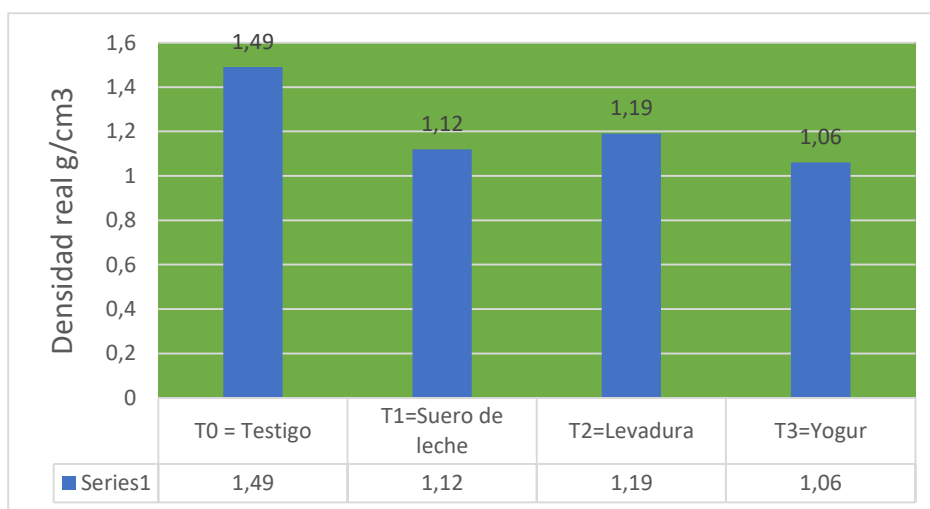
Los análisis de las variables física se evaluaron con el material fresco de la presente investigación, que incluyen los análisis de los mismos y sus discusiones:

### 5.2.1 Datos de laboratorio de la Densidad real

Martinez & Pliego (2018) menciona que la densidad real se define como la relación que existe entre el peso seco de una muestra y el volumen que esta ocupa por las partículas que lo forman, sin considerar el espacio poroso. Se puede observar la densidad real g/cm<sup>3</sup> del bocashi en la gráfica 3.

#### Grafica 3

*Densidad real de diferentes tipos de bocashi maduros.*



En la gráfica 3 se muestra los resultados finales de los análisis de los cuatro tratamientos del abono bocashi, demuestran que el valor de densidad real fue de T3 con 1,06g/cm<sup>3</sup> seguido de T1 1,12 g/cm<sup>3</sup>, T2 1,19 g/cm<sup>3</sup> y el T0 con 1,49 g/ lo cual es menor a relación de otros datos obtenidos de investigación Velásquez (1997), Paty (2004), con la densidad real media fue 1,5gr/cm<sup>3</sup>. El cual puede ser por el material utilizado.

En cuanto a la investigación de Silva Medina, Rodriguez Perez, & Rosas Patiño, (2014) tuvieron una densidad real, el Bocashi presentó valor bajo con 0,46 g/cm<sup>3</sup> a lo



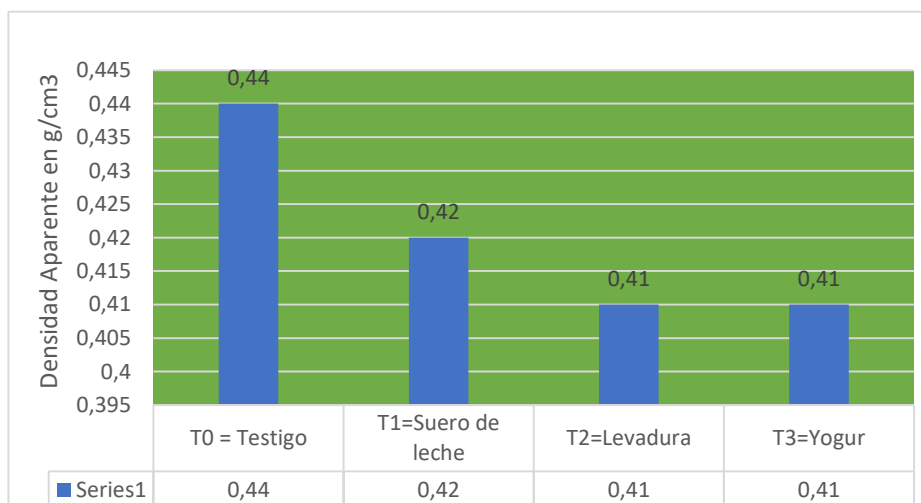
contrario con el Lombricompost que mostró 0,65 g/cm, lo que explica que es por el mayor contenido material de corteza.

De acuerdo con Martinez & Roca (2011) menciona que la densidad real de los materiales orgánicos es de 1,45 g/cm<sup>3</sup> – 2,65 g/cm<sup>3</sup>, para suelos se encuentra entre 2,6 a 2,7 g/cm<sup>3</sup>.

### 5.2.2 Datos de laboratorio de la densidad aparente

#### Grafica 4

Densidad aparente de los diferentes tratamientos del abono bocashi



La densidad aparente fue mayor en el tratamiento T0 con 0,44 g/cm<sup>3</sup> diferente estadísticamente a los otros tres tratamientos grafica 4, lo cual concuerda con los valores bajos de porosidad total determinado. Al respecto, Jaramillo (2002) menciona que el comportamiento de la densidad aparente es completamente contrario al de la porosidad, obviamente por la relación inversa que existe entre estas dos propiedades del suelo. Jimenes & Caballero (1990) Señalan que la densidad aparente de sustratos orgánicos debe estar entre 0,15 y 0,45 g/cm<sup>3</sup> y la Norma Chilena ( 2005) indica que la densidad aparente debe ser menor a 0,70 g/cm<sup>3</sup>; esto se constata en los cuatro tratamientos evaluados. Los sustratos suelen tener una densidad aparente baja en comparación con el suelo, los cuales presentan componentes mayormente minerales. La densidad aparente es la relación entre la masa o peso de la materia (seca o humedad) y el volumen aparente que está ocupada

**Tabla 6**

*Comparación de la densidad aparente*

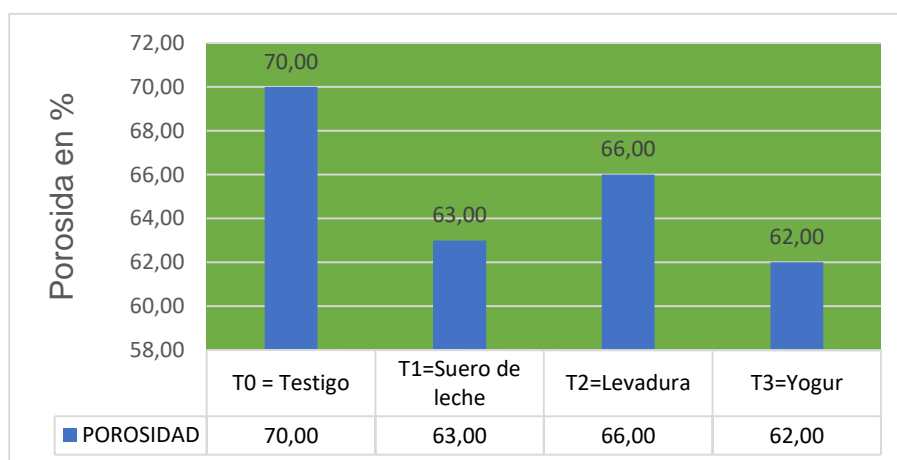
Parámetro	Unidad	Magaly	Ramón
Da.	g/cm <sup>3</sup>	0,37	0,28

En la Tabla 6 se muestran diversos estudios realizados con compost, donde se puede observar que su densidad aparente es menor que en nuestros estudios.

### 5.2.3 Datos de laboratorio de porosidad

**Grafica 5**

*Porosidad de diferentes tipos de bocashi (2023).*



La porosidad fue superior en el tratamiento T0 (testigo) con 70,00 % como se observa en la gráfica 5, seguido de T2 levadura 66,00 % y con menor porosidad se encuentra T1 y T2 con 63,00 %, 62,00 %. Los valores de porosidad obtenidos en esta investigación son superiores a lo señalado por Salazar (2014) que determino en compost a base de estiércol de ovino más restos vegetales promedios de 33,62%, mientras que Duran y Henríquez (2007) reportaron valores de 50,2 % para un veri compost de estiércol, mientras que Figueroa (2014) reporto para bocashi de residuos de jardín 87,93 y 61,66% de porosidad.

De acuerdo con Jaramillo (2002) menciona que la porosidad ideal debe estar comprendida entre 55-70% en virtud de ello, todos los tratamientos de nuestra

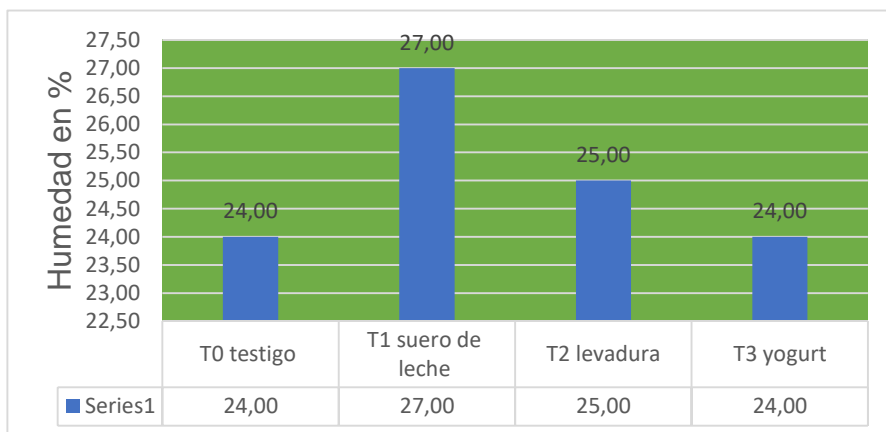
investigación cumplen esta condición. Los altos niveles de porosidad observados en el bocashi T0 testigo pueden ser debido a que los materiales son de difícil degradación ya que no contiene ningún tipo de activador que le ayude con la degradación en relación a los otros 3 tratamientos evaluados.

Fitzpatrick (2001) menciona que en algunos compost. El espacio poroso total está representado por el porcentaje de su volumen que se encuentra ocupado por material sólido y pondera el espacio ocupado por sus poros. El espacio poroso total es la relación entre el volumen de poros y el volumen aparente del sustrato, expresado como porcentaje del volumen

#### 5.2.4 Datos de laboratorio de la humedad final

##### Grafica 6

*Datos de la humedad de los Bocashis maduros en Patacamaya (2023)*



La grafica 6, indica el promedio del porcentaje de humedad de los cuatro tratamientos, de acuerdo a la humedad retenida en el proceso del bocashi, el tratamiento (suero de leche) tubo la humedad de 27,00%, seguido del tratamiento T2(Levadura), T3(Yogurt), T0(Testigo) entre los cuatro tratamientos no hay un margen de diferencia alta, por el hecho de que en todo los tratamientos el material utilizado son similares, la variación que existe dentro de los tratamientos es el activador biológico, el cual no afecto significativamente en la humedad.

La humedad es un parámetro importante al momento de la realización del Bocashi Kalil (2017), La humedad optima durante el proceso del bocashi es de 40 y 60 % menor a esto afecta en el desarrollo de los microorganismos y la mayor humedad provoca la

anaerobiosis desplazando el oxígeno. Indican que además el agua es un recurso imprescindible para los requerimientos fisiológicos de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a los microorganismos.

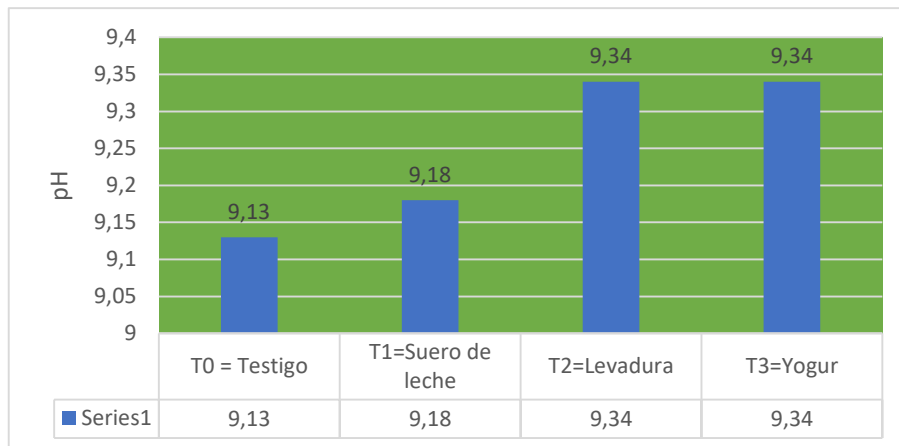
### 5.3 ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS TRATAMIENTOS DEL BOCASHI

#### 5.3.1 Control del pH en base al tiempo en días durante el proceso de descomposición del abono orgánico

EL pH se tomó como un parámetro de control durante el proceso de descomposición del abono orgánico bocashi, donde el pH es un indicativo que el proceso de descomposición se está efectuando correctamente y a medida que va transcurriendo la descomposición de la materia orgánica el pH va variando se muestra en la gráfica 7:

**Grafica 7**

*Datos del pH*



En cuanto al parámetro del pH de nuestros tratamientos se observa en la gráfica 7, que, sobre pasas con otros estudios realizados, el pH va variando conforme se desarrolla la elaboración del abono Bocashi, esto se debe a que se va incrementando la actividad microbiana, degradación y mineralización de la materia orgánica que compone nuestro abono.

Iargo (2004), citado por Kalil (2007), sostiene que la acidez-alcalinidad (pH) en la etapa mesófila y termófila, suele sufrir un descenso ya que se descomponen la mayoría de los

carbohidratos, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. Se presenta una correlación positiva entre estas dos variables (temperatura y pH): a medida que aumenta la temperatura asciende el pH hasta hacerse alcalino (8-9), esto se explica por la descomposición de proteínas y formación de amoníaco. En la tabla 8 se observa estudios diferentes.

### Tabla 7

*Comparaciones del parámetro pH del abono bocashi*

Parámetro	Unidad	Moreno (2019)	Vasquez (2008)	Perez (2008)	Quispe (2023)
pH	-	8,91	8,23	8,8	9,45

Moreno (2019), menciona que el abono llega a un rango a 8 y se clasificado como pH alcalino, puede deberse a que, a la generación de amoníaco que proviene de la descomposición de diferentes proteínas el pH se torne alcalino, asimismo probablemente se debe a que uno de los materiales con lo que trabajamos tenga riqueza en nitrógeno, entonces evidentemente si se había contribuido a una descomposición y una alcalinización.

Cabe mencionar que contra un abono ph 9,13, 9,18, 9,34 9,34, no es malo porque hay estudios que consideran que los valores entre 6 a 9 son aceptables para abonos orgánicos, su posible utilización y comercialización (Moreno, 2019).

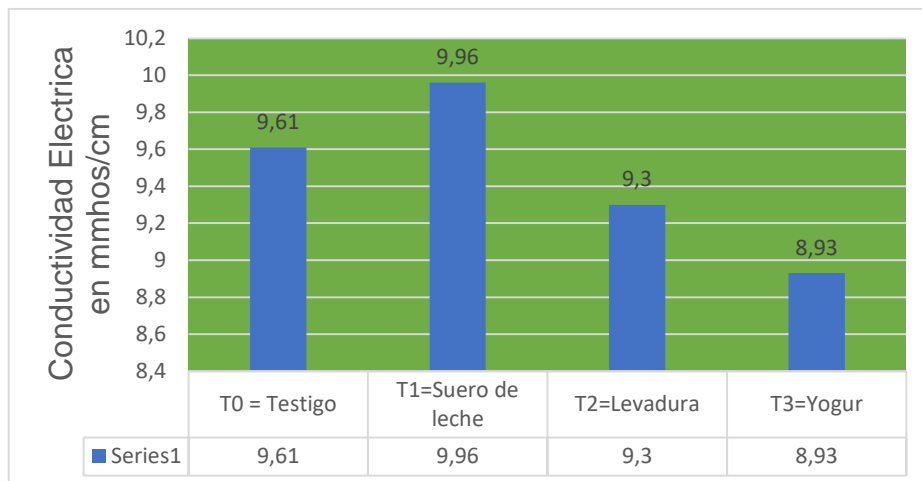
Altamirano & Cabrera (2006), menciona también que en una investigación relacionada, considera que valores de pH entre 6 y 9 son aceptables para la comercialización de un abono. Van Eekeren et al. (2009), menciona que la alcalinidad o acidez de un abono tiene mucho que ver con los materiales dominantes durante el proceso del abono. Esta pila fue elaborada con cenizas de madera y zeolita razón por la cual presentó el pH más alcalino. Los materiales dominantes en nuestro bocashi fueron la paja rastrojos jipi de quinua estiércol.

Para la evolución que se realizó para los 31 días se observó que se encuentra en una etapa mesofila- termófila. realizo un estudio de 120 día menciona que depende de los materiales utilizados y en esta etapa se tuvo valores de ph 9,8, 9,50 y 9,39

### 5.3.2 Análisis de laboratorio de la Conductividad Eléctrica (CE)

**Grafica 8**

Comportamiento de la C.E. de los diferentes tratamientos.



En la gráfica 8, se observó El T1(suero de leche) se encuentra con 9,96 ms/cm, seguidos del tratamiento T0(testigo) 9,61 T2 (levadura) 9,3ms/cm. y el tratamiento T3 obtuvo un valor de 8,93 ms/cm. Donde se tubo un alto contenido de C.E. En la tabla 9, se puede observar otras investigaciones en la cual tambien se tiene un alto contenido de C.E.

**Tabla 8**

*Comportamiento del parámetro de la C.E. de diferentes abonos Bocashi*

Parámetro	Unidad	(Salazar, 2014)	(Moreno, 2019)	(Vasquez, 2008)	(Perez, 2008)
Conductividad Eléctrica (CE)	ds/m	-	4,70	-	21,2

La tabla 8, Muestra los resultados de diferentes investigaciones de la conductividad eléctrica, del abono tipo bocashi según los resultados obtenidos por Perez (2008), menciona que el valor excede esto pudo deberse a que la conductividad eléctrica tiene a incrementar su valor durante el proceso de elaboración del abono, por fenómenos de mineralización de la materia orgánica, otra de las razones puede deberse al aumento de liberación de sales durante el proceso de fermentación provocada por una humificación

excesiva, de la misma sus valores al iniciar y finalizar el proceso no debe superar los 3 ms/cm.

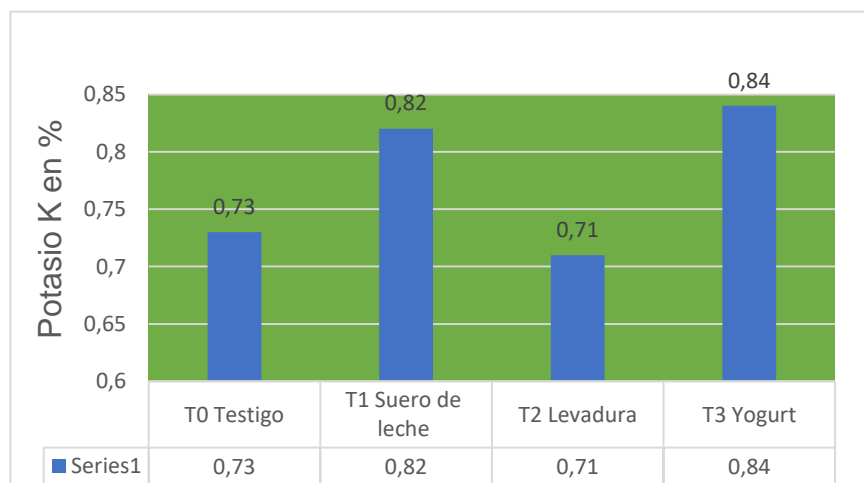
Otra de las causas puede ser la utilización de los materiales en la elaboración del abono tipo bocashi, uno de ellos el agua ya que a la investigación realizada por Choque, (2020) indica en sus analisis de agua el poso dos contiene una gran cantidad de conductividad electrica donde tiene un valor de 1291,00 y 1020,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Pierre et. Al. (2009) indica que los valores de conductividad eléctrica en un compost de buena calidad se ubican entre 2 y 4 ms/cm. La norma chilena sostiene que el compost de clase A en relación a la conductividad eléctrica es menor o igual a 5 ms/cm y el compost de clase B es de 5 a 12 ms/cm. Un compost de clase B con exceso de salinidad en la solución de suelo dificulta la absorción de agua por las raíces de las plantas Márquez y Díaz (2007).

### 5.3.3 Análisis de laboratorio de Potasio intercambiable

#### Grafica 9

*Comparación de potasio entre tratamientos, de diferentes tipos de Bocashi.*



En la gráfica 9, se observa el contenido de potasio del bocashi en porcentajes donde el T3(yogurt) y T1(Suero de leche) tiene un valor de 0,84-0.82% respectivamente de potasio siendo este los que contienen mayor rango de este elemento debido a la descomposición de mayor cantidad de la materia orgánica, esta descomposición se debe a los activadores. Por otro lado, se observa con el rango menor de T0(testigo) y T2(levadura) con 0,73-0.71% de potasio.

**Tabla 9***Datos de otras investigaciones del elemento potasio del Bocashi*

Parámetro	Unidad	Salazar (2014).	Moreno (2019).	Vasquez (2008).	Merino (2013).	Quispe (2023).
Potasio (K)	%	1,69	1,12	1,30	0,10	1,41

En la tabla 9, se observan los datos obtenidos del elemento potasio, en lo cual se realiza las comparaciones con los estudios de Salazar que indica que tiene (1,69) % y Sánchez (1,48%). de potasio son superior a nuestros estudios. esto se debe debido al mayor contenido de bacteria una variación de temperatura y de humedad como al proceso de mineralización que habría estimulado el aumento de este parámetro en la elaboración del abono tipo Bocashi.

Todo lo contrario, pasa con los resultados obtenidos por merino (0,10), que evidente bajísimo su valor, esto puede deberse a diferentes condiciones y materiales usados en el proceso de elaboración del abono Bocashi.

Según Molinedo (2009), los tejidos vegetales frescos contienen mayor porcentaje de potasio en comparación de lo seco, a lo que se explica que nuestro abono tenga un medio contenido de potasio. Los materiales utilizados fueron de material seco como la paja seca jipi alfalfa seca rastrojos secos cebada seca.

FAO (1991), advierte que el potasio debe fluctuar en rangos de 0,4 a 1,6% y los 4 tratamientos se encuentran en los rangos.

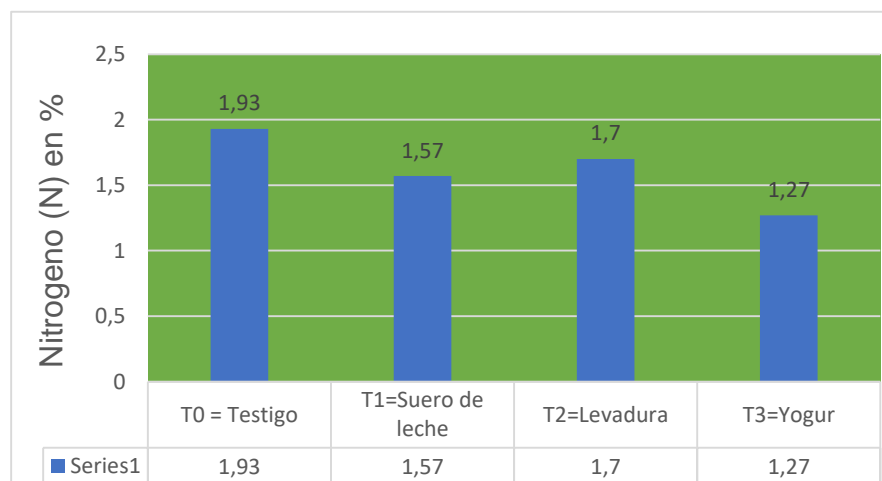
Roman, Martinez, & Pantoja (2013), indica que el potasio, juegan un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el regimen hidrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequia, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.



### 5.3.4 Análisis de laboratorio de nitrógeno total

#### Grafica 10

*Comparación de nitrógeno de los diferentes tratamientos de los Bocashi.*



En la gráfica 10, se muestra los resultados de laboratorio de nitrógeno total presente en el bocashi procesado en 4 tratamientos con tres tipos de activadores y un testigo, de los cuales con mayor cantidad de nitrógeno están el T0 (testigo) con 1,93%, Mamani (2001), menciona que se tiene un alto porcentaje de nitrógeno debido a que la etapa inicial de la descomposición es menor, se puede decir que el contenido de este elemento está estrechamente ligado a los activadores empleados en cada uno de los diferentes tratamientos, y que los microorganismos están empezando recién con la descomposición de los materiales utilizados, porque no tiene ningún activador por lo tanto no hay actividad microbiana, al respecto Sepeda (2007), menciona que el nitrógeno contenido en el compost se encuentra en forma asimilable inorgánico nitrato, nitrito y amonio y que la forma química mayoritaria de absorción de nitrógeno por parte de las plantas son los nitratos que abundan en el compost maduro.

seguido del T2 (levadura) con 1,7% el tratamiento T1suero de leche con 1,57% y el tratamiento T3 yogurt 1,27%. Según Costa & Carrapico (2009), la clasificación de los parámetros del compost está en un rango medio de 1,5 a 3 % de N. Por lo tanto, podemos afirmar que los valores obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del nivel óptimo. En la tabla 11, se muestra algunas investigaciones.

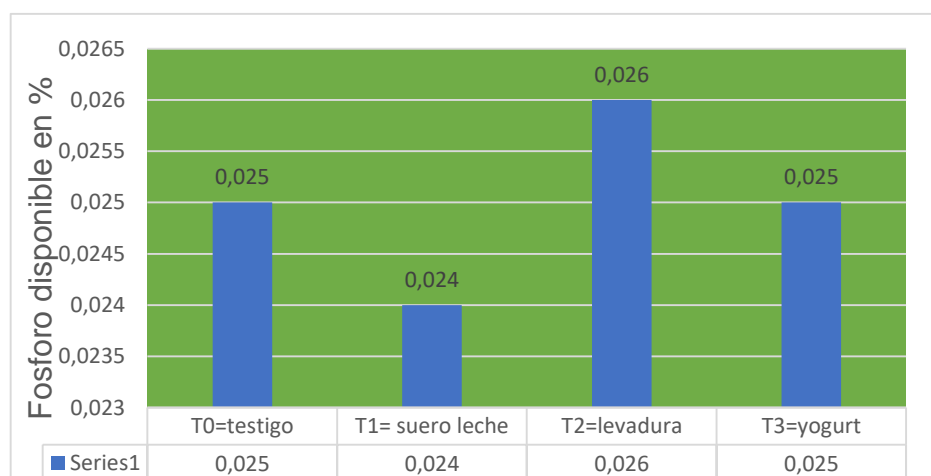
**Tabla 10***Comparación del parámetro del N del abono Bocashi*

Parámetro	Unidad	Salazar (2014)	Moreno (2019)	Vasquez (2008)	Merino (2013)	Quispe (2023)
Nitrógeno total (N)	%	1,70	0,89	2,83	1,15	1,39

Se observa que en la tabla 10, moreno obtuvo un valor de 0,89% un valor bajo contenido de nitrógeno menciona que pudo deberse a que no se ha manejado de la mejor manera el proceso de elaboración o que hubo presencia de microorganismos, patógenos o insectos indeseables, esto a que la zona donde se realizó el experimento es una zona calurosa

Así mismo el mismo autor menciona que otra de las causas posibles es que no se haya utilizado el estiércol necesario para la elaboración del abono porque según definiciones, el tipo de estiércol varía, el estiércol de gallinaza son fuentes principales del componente nitrógeno y mejoran las características y la calidad de abono elaborado.

### 5.3.5 Análisis de laboratorio fósforo disponible.

**Grafica 11***Comportamiento del fósforo de los diferentes tratamientos del abono bocashi*

En grafico 11, se muestra el porcentaje de fosforo de los tres tratamientos con diferentes activadores biológicos, el T2 levadura con 0,026 tubo el mayor porcentaje de fosforo debido a la mineralización de la materia orgánica.

Mientras el resto T0 testigo, T3 yogurt tienen de 0,025% de fosforo y el T1 suero de leche con 0,024%. (FAO., 1991) indica que los parámetros en el compost están en un rango de 0,1 a 1,6% en el contenido de fosforo, varía en función del tipo de estos de las cuales proviene el compost.

**Tabla 11**

*Comparación del parámetro del fosforo del abono Bocashi*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	Salazar (2014)	Moreno (2019)	Vasquez (2008)	Merino (2013)	Quispe (2023)
Fosforo disponible (P)	%	0,80	0,89	0,26	0,35	0,32

En la tabla 11, se observa diferentes trabajos de investigación, Moreno, (2019) 0,89%, Salazar (2014), tuvo un resultado de 0.80% de fosforo, mencionan que se debe, a los materiales primas e insumos empleados, así como de proceso de elaboración por el que pasan cada uno de los abonos orgánicos.

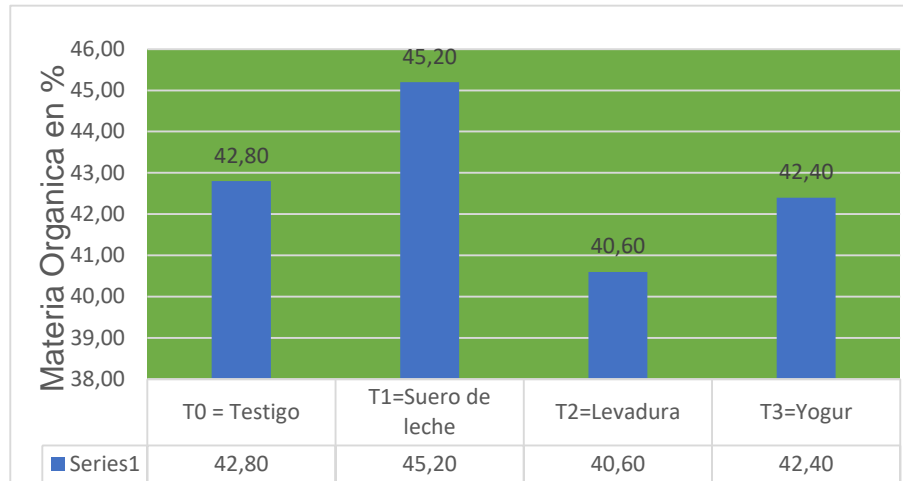
En los estudios de Merino y Quispe se encuentran con 0,35 -0,32 % de fosforo que es un valor bajo Gutierrez, Rufino, & Andrad (2020) mencionan que el fosforo soluble es aprovechable para la planta de forma inmediata y no así el fosforo inorgánico.

Así mismo el mismo autor menciona que el incremento de fosforo disponible también se debe a la mineralización de la materia orgánica que tiene un alto contenido de nutrientes, por lo tanto, se puede decir que nuestro abono bocashi se encontraba recién en su descomposición

### 5.3.6 Análisis de laboratorio de la materia orgánica

#### Grafica 12

Análisis de contenido de materia orgánica de los diferentes tratamientos de los Bocashis.



Como se muestra en la gráfica 12 el tratamiento con mayor contenido de M.O. es el tratamiento T1 (suero de leche) con un 45,20%, seguido de T0 (testigo) con un 42,80% el T3 (yogur) con 42,40% y el presente un menor contenido de M.O. es el T2 (levadura) con 40,60%. Resultados similares fueron obtenidos en los trabajos de (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014). Se considera que estos valores adecuados para que se realice una descomposición completa en el suelo y se asegure una buena mineralización para poder ser empleados como enmiendas orgánicas para fines agrícolas.

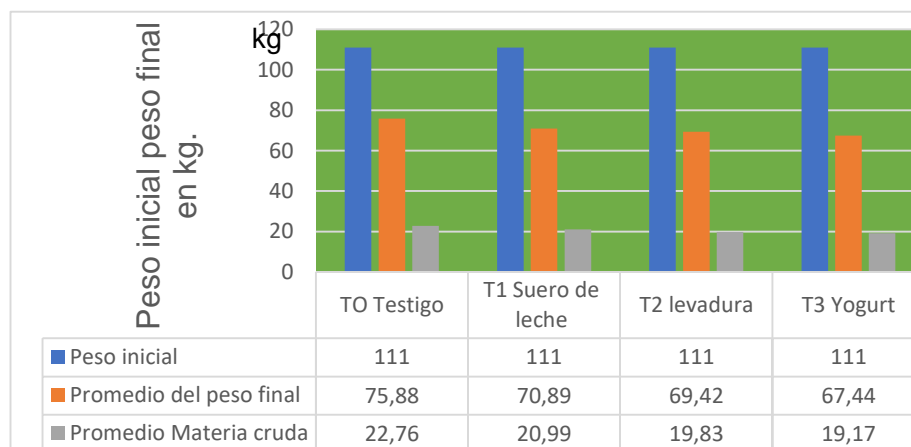
Según FAO (2011), plantea que la materia orgánica debe estar en un rango de 25 a 80 % para estar dentro de un rango óptimo para abonos orgánicos. Por otra parte la Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona dentro de los parámetros de calidad para abono orgánico, un porcentaje entre 25 y 50% de MO, valores que se lograron en todos los tratamientos.

### 5.3.7 Peso inicial y peso final

Al iniciar el proceso de compostaje y maduración de los abonos bocashi estos inician con cierta cantidad de materia, pero a medida que el proceso de descomposición de la materia avanza dicha cantidad va disminuyendo, lo cual se nota en su peso final. En la gráfica 12 se observa resultado en cuanto al rendimiento de nuestro abono bocashi.

**Grafica 13**

*Comparación de rendimientos de los diferentes tratamientos del abono Bocashi.*



Luego de haber pasado los 31 días se procedió al tamizado de cada tratamiento donde se observa en la gráfica 13, que el testigo (T0) con 75,88kg, de alto promedio del peso final y de materia crudo de 22,76 kg, se observa que falta su descomposición, esto se debe a que no se le aplicó ningún activador. La mejor descomposición es yogurt (T3) con 67,44 kg la materia cruda fue de 19,17kg esto debido al activador ya que contiene bacterias, es por ello que se tiene menos materia cruda.

**Tabla 12**

#### **Análisis de variación para la variable rendimiento**

F.V.	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F-calculado	P-tabulado	Sig(5%)
BLOQUES	41,05	2	20,52	10,1	0,01	*
TRATAMIENTO	224,28	3	74,76	36,77	0	**
Error	12,2	6	2,03			
Total	277,52	11				
C.V.	1,73%					

\*= significativo; \*\*=altamente significativo; ns=no significativo; CV%=Coeficiente de variación

De acuerdo a la tabla 12, se observa el análisis de varianza de 1,73%, se considera aceptable,

Para tratamientos, existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos, de los cuatro tratamientos estos procesos ocurrieron de diferentes formas, influenciadas notoriamente por los diferentes activadores de los tratamientos.

**Tabla 13**

*Prueba de comparación de medias del rendimiento con Duncan*

Tratamientos	Medias	DUNCAN%5	
T3 yogurt	75,88	A	
T2 levadura	70,89	A	B
T1 suero l.	69,49		B
T0 testigo	67,44		B

La tabla 13, se observa el test de medias Duncan donde nos muestra que el tratamiento T3 yogurt con 75,88kg obtuvo mayor promedio del peso final, el tratamiento T2 levadura con 70,89 kg, no habiendo entre ambos tratamientos diferencias entre promedios, es decir tienen un promedio estadísticamente similar; siendo los mejores tratamientos

los tratamientos más bajos fueron: el T1 suero de leche con 69,49 kg y T0 testigo con 67,44 kg Esto puede deberse a que no se ha descompuesto más que los otros esto se debe a los activadores.

## **5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO**

### **5.4.1 COSTOS VARIABLES POR TRATAMIENTO**

Los costos variables constantemente difieren, según los insumos utilizados para la producción de bocashi que en este caso son los siguientes; acopio de residuos orgánicos, apilado, activadores, volteos, tamizado y cosecha como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Análisis económico de la elaboración del abono tipo Bocashi*

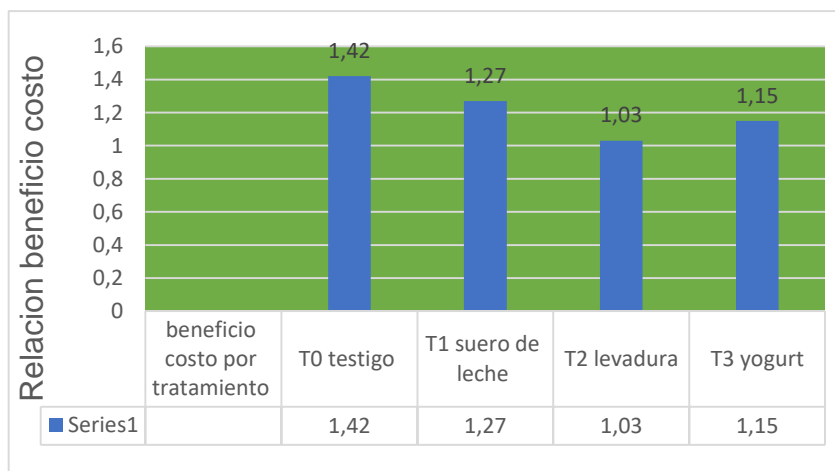
costos variables por tratamiento en Bs.										
DESCRIPCIÓN	UNID AD	COSTO UNIT. Bs.	T0		T1		TII		TIII	
			testigo		Suero de leche		levadura		yogur	
			Ca nt.	C.T .	Can t.	C.T.	Ca nt.	C.T .	Ca nt.	C.T .
Recolección de residuos de paja	horas	5	2	10	5	10	5	10	5	10
Recolección de estiércol de bovino	Jornal	20	2	40	2	40	2	40	2	40
Activadores biológicos	Litros	3	0	0	3	15	3	90	3	15
Apilado	Jornal	20	2	40	2	40	2	40	2	60
Volteo	Horas	6	40	240	40	240	40	240	40	240
Tamizado y cosecha	Horas	6	1	6	1	6	1	6	1	6
Total costos variables			336		351		426		371	
imprevistos 10% gastos			37,8		37,8		46,8		40,2	
Total costos variables			373,8		388,8		472,8		411,2	

Como se muestra en la tabla 14, los costos preliminares el T3 levadura (472,8 Bs) y el T3 yogur (411,2 Bs) tuvieron mayor costo de debido al costo de los activadores, los cuales también tienen un gran beneficio por el alto contenido de microorganismos, el T2 (suero de leche) tienen un costo medio, T0 tiene un menor costo esto se debe a que no tiene ningún tipo de activador.

**5.4.2 Relación Beneficio Costo B/C por tratamiento**

**Grafica 14**

*Beneficio costo por tratamientos.*



La relación beneficio costo (B/C), como se observa en la grafica14 los cuatro tratamientos T0 (testigo), T1(suero de leche), T2(levadura) y T3(yogurt) son relativamente rentables. El tratamiento más recomendado es el T3 donde tiene mejores microorganismos y su descomposición es en menor tiempo.

Vasquez (2008) realizo estudios en diferentes abonos orgánicos y sus B/C fueron compost con una relación B/C de 1,36 Bs en bocashi con 1,40 Bs, te de estiércol 1,26 Bs, biol 1,12 Bs, utilizo como activador para todos sueros de leche.



## 6 CONCLUSIONES

Las temperaturas iniciales como finales a los 31 días de evaluación de la descomposición, fueron afectadas por la temperatura ambiente. al amanecer por las heladas, aumentando durante la tarde y por la mañana disminuye la primera capa y la última capa son más afectadas. Se recomienda realizar en el mes de septiembre en épocas donde no haya presencia de helas.

Respondiendo al primer objetivo de evaluar las propiedades físicas en función a los activadores:

Para los resultados obtenidos de la densidad real el testigo(T0) obtuvo un valor de 1,49g/cm<sup>3</sup> seguido, de la levadura(T2), con 1,19g/cm<sup>3</sup> debido a que contienen menos cantidad de humedad a la hora de la elaboración del abono bocashi. Para la densidad aparente el mejor tratamiento, es el testigo (T0) con 0,44g/cm<sup>3</sup>, seguido del suero de leche (T2) con 0,42g/ cm<sup>3</sup>. Esto se debe a que cuanto mayor sea la temperatura menor será la densidad aparente

La que mayor porosidad obtuvo fue el de yogurt(T3) con 62% donde se observa el grado de madures, los cuales están afectados por los activadores utilizados, el mayor % es del testigo (T0) con 70% de madures esto se debe al activador. Los rangos óptimos son de los 30 a 60 %.

En cuanto al segundo objetivo, de evaluar las propiedades químicas de los abonos se concluye que:

Para la variable de contenido de nitrógeno el que mayor valor obtuvo fue el testigo (T0) con 1,93% de N. el menor rango, yogurt T3 con 1,27%. donde los rangos son de 1,5 a 3%. Donde se acerca a los rangos obtenidos con el tratamiento de yogurt.

Para potasio los valores se encuentran dentro del rango optimo (0,4 a 1,6%) considerando que el de yogurt(T3) obtuvo un valor de 0,84% el testigo T0 con 0,73%

En cuanto a la materia orgánica, la levadura tiene 40,60%, donde presenta el más bajo contenido de materia orgánica. El tratamiento suero de leche (T1), presento el 45,20% siendo el más alto.

La materia orgánica debe estar en los rangos de 25 a 80% para estar dentro de un rango óptimo, para abonos orgánicos.

El mejor peso a la hora de cosecha es el, yogurt(T0) con 75,88 kg, pero con mayor cantidad de rastrojo, el testigo T3 peso 67,44 kg y con un bajo peso de materia orgánica. se recomienda el de yogurt porque presenta más microorganismos y su descomposición es en menor tiempo que los demás tratamientos

Se recomienda utilizar el de, yogurt (T3) con un indicador de 1,15 Bs. Lo que quiere decir que por cada boliviano invertido se tiene una ganancia beneficio costo de 15 ctv. Porque se obtiene en menos tiempos.

## **7 RECOMENDACIONES**

- Se debe diseñar una infraestructura para la elaboración del abono bocashi, con cubiertas que almacenen el calor y que proteja a la pila de bocashi de vientos, heladas, lluvias y rayos del sol. Lo mismo que sean económicos y que el tiempo del bocashi se reduzca sin afectar la calidad del bocashi maduro.
- Se recomienda realizar en época que no haya presencia de heladas.
- Triturar los residuos orgánicos asegurándose un tamaño de partícula apropiada de 1 a 5 cm para reducir el tiempo de degradación.
- Desde el punto de vista técnico, esta experiencia puede ser implementada en las comunidades rurales, debido a que no es necesario de un gran despliegue de tecnología, porque únicamente se requiere y utilizar materia prima local, y un lugar donde desarrollar la actividad.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Agrologia. (15 de Abril de 2014). Interpretar la cromatografía de suelos . La importancia del suelo .
- Altamirano, M., & Cabrera, C. (2006). comparative study for making compost through a handy technique. . Revista del Instituto de Investigaciones , peru.
- Alvarez, A. (2010). Los protozoos. características generales y su rol como agente patógeno. Catedra de Patología General y Anatomía Patológica .
- Avalos, E. (2013). Evaluación de la manufactura artesanal del abono orgánico bokashi, Mediante la incorporación de levadura. Tesis Ing. química Guatemala.
- Barbaro, L. (2018). importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Buenos Aires: INTA.
- Barrena, R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Tesis Universidad Autónoma de Barcelona Departamento de Ingeniería química, 225-233.
- Bertoli Herrera, M. p. (2015). Producción y uso del abono orgánico tipo Bokashi. una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos. Mayabeque, Cuba: INCA.
- Bueno, M. (2010). Como hacer un buen compost. La fertilidad de la tierra.
- Cabrera, J. (2011). Selección preparación y conservación de alimentos leche y sus derivados. instituto de nutrición., 3-4.
- Carlos, O., & Quiroz, M. (2021). Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable. Instituto de investigaciones agropecuarias, 27.
- Carrillo, E. (2006). inoculación de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Entre Ríos Paraná,.
- Chambi Zubieta, F. (2019). comportamiento agronomico de la espinaca morada (*Atriplex hortensis L.*) Con diferentes niveles de Bokashi bajo condiciones de ambiente protegido en la ciudad de el alto. Repositorio umsa , 108.

- Chilon, E. (08 de noviembre de 2013). El compost altoandino como sustento de la fertilidad del suelo frente al cambio climático. *Ciencia Agro*, 456-468.
- Choque Chura , J. (2020). Evaluacion de cantidad y calidad de recursos hidricos y su proyeccion en la produccion agropecuaria en la estacion Experimental Patacamaya . Repositorio UMSA, 72.
- Consejo Superior de Investigaciones Cientificos. (30 de septiembre de 2020). ¿Que pierdes tu si se pierde la ciencia? Departamento de microbiologia de suelos y sistemas simbioticos.
- Costa, M., & Carrapico, F. (mayo de 2009). Biomass caracterizacion. *filiculoidesgrown in natural ecosystems and wastewater*.
- Duran, L. (2007). Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomia*, 41-51.
- EAT. (2019). manual paractico para la elaboracion de bioinsumos . mexico.
- EAT. (2019). Manual practico para la elaboracion de bioinsumos. instituto nacional de investigacion forestales agricolas y pecuaria, 8-23.
- FAO. (2011). Ministerio de Gricultura y Ganaderia. Salvador: PESA.
- FAO. (1991). Manejo del suelo. Produccion y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. 312.
- Federico, L. (2011). El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje. *Fertilidad y calidad del suelo* , 2.
- Figuroa, F. (2014). Caracterización física, química y microbiológica de diferentes composts comercializados en el estado Monagas. Escuela de Zootecnia. Núcleo de Monagas. Universidad deOriente, 171.
- Foots, D. (2012). Propiedades de las proteinas del suero de leche. En línea. Obtenido de <http://www.alimentacion.org.ar/index.php>
- Garro Alfaro, J. E. (2016). El suelo y los abonos organicos. Instituto Nacional del Innovacion y Transferencia en Tecnologia Agropecuaria, 39.

- Gomez Daza, F. (2017). Características generales de los hongos e infecciones sistémicas y oportunistas de las micosis tropicales. (panamericana, Ed.) Experto en Medicina Tropical, 2.
- Gordillo, F., & Chavez, E. (2010). Evaluación comparativa de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros.
- Gregory, N. (2002). Principios de economía. segunda edición, 521.
- Gros, A., & Dominguez, A. (1992). Abonos guía práctica de la fertilización. Ediciones Mundi-Prensa, 450.
- Grupo Poanchteca. (2015). Obtención de suero de leche. México: Blog.
- Gutierrez, E., Rufino, S., & Andrad, D. (Septiembre de 2020). Relación entre el fósforo total y asimilable en tres localidades de Cochabamba. Agricultura(62), 4-5.
- ina. (21 de octubre de 2019). condiciones que promueve el compostaje.
- INCA. (2014). Cultivos tropicales (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas ed., Vol. 35). La Habana, Cuba.
- Infante, A. (2011). Manual de Biopreparados para la Agricultura Ecológica. Santiago de Chile: fundación para la innovación agraria (FIA).
- ivami. (13 de Mayo de 2015). Microbiología de abonos y fertilizantes. Actinomicetos en suelos (tierras), aguas, sedimentos, fertilizantes (microorganismos eficientes).
- Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín, 619.
- Magalys, R., & Marcial, G. (2017). Poblaciones de hongos y actinomicetos presentes en el proceso de compostaje. saber, universidad de oriente, 359.
- Manuel, j. (2018). Agricultura sostenible. ciudad ciencia.
- Melendez, G., & Soto, G. (3 y 4 de marzo de 2003). Taller de Abonos Orgánicos. Centro de Investigación Agronómicas (CIA), UCR. Sabanita, 7 - 27.

- Merino, M. (2013). Erica. Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao. Tesis (Título de ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria de la Selva, 72.
- Mettler Toledo. (2018). Que es la densidad aparente. Medicina de la densidad.
- Mierda a la carta . (2022). Un nuevo ABC de la agricultura organica. la mierda de vaca.
- Ministerio de Agricultura- Servicio Agricola y Ganadero. (2014). Agricultura Nacional.
- Moreno, M. (2019). Elaboración de un abono (Bocashi) a partir de residuos. Tesis (Título de Ingeniero en Biotecnología Ambiental).
- Normas Chilena. (2005). Compost - clasificación y requisitos. División de Normas del Instituto Nacional de Normalización. INN. NCh2880., 27.
- PDM. (2006-2010). Plan de desarrollo municipal de patacamaya. La Paz.
- Perez, A. (2008). Caracterización Física-Química y biológica de enmiendas orgánicas. Revista de la ciencia del suelo y, 8(3), 10-29.
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (oct.-dic. de 2014). generalidades de los abonos organicos :Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas . Cultivos Topicales , 35(4), SciELO.
- Restrepo, J. (1999). Abonos organicos fermentados. Experiencias de agricultores en centroamerica y Brasil.
- Restrepo, J. (2009). manual practico de agricultura organica y panes de piedra. Colombia, Cali : Feriva S.A.
- Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011). Cromatografia. Imagenes de vida y destruccion del suelo. Cali Colombia: Feriva.
- Rodriguez, D. T., Escalona, B. J., & Gomez, C. E. (2016). Calidad de abonos organicos empleados en la depresion. bajo ambientes protegidos , 9-10.
- Roman, P., M. Martinez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura, 35.

- Salazar, M. (2014). Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el proceso de químicos y microbiológicos en el proceso de químicos y microbiológicos en el proceso de. químicos y microbiológicos en el proceso de grado, 171.
- Sanches , M. (2001). Nitrogen transformation during waste composting by the rutgers system and its effects on pH,. EC and maturity of the composting mixtures., 301-308.
- Sepeda, L. V. (2007). Aislamiento de bacterias lipolíticas y determinación de Patógenos Humanos Escherichia coli y Salmonella sp. A partir de residuos Orgánicos Domiciliarios en compostaje. Universidad Javeriana carrera de Microbiología Industrial, 34-56.
- Sepulveda S, F. (09 de julio de 2018). Formulación y dosis para preparación de Bokashi, un abono orgánico. AgroFresh.
- Shintani, M., S., & H., L. (2000). Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos,. Universidad EARTH.
- Silva Medina, J. W., Rodríguez Pérez, w., & Rosas Patiño, G. (2014). Caracterización física y química de bokashi y lombricompost y su evaluación agronomica en plantas de maíz. Ingenierías y Amazonia, 7.
- Urbano Terron, P. (2002). Ingeniería de la producción vegetal . España: Mundi Prensa Libros.
- Vasquez , A., & De Luna, V. (2009). Elaboración de Abonos Orgánicos. México: Universidad de Guadalajara.
- Vasquez Proaño, D. (2008). Producción de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos.Tesis(Título de Ingeniero Zootecnista). Escuela superior politecnica de Chimborazo, 73.
- Vasquez, D. (2008). Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Escuela superior politecnica de chimborazo.



Villegas, C. (2002). Aprovechamiento de residuos organicas urbanos para la elaboracion de compost, con la aplicacion de un acelerador organanico. Guia Tecnica de Abonos Organicos, primera edicion, 14.

# ANEXOS

## Anexo 1

registro de las temperaturas diarias

	T0(testigo)			
	BI	BII	BIII	
FECHA	MAÑANA	MAÑANA	MAÑANA	PROMEDIO
03/08/2022	15,26	15,20	21,03	17,16
05/08/2022	63,63	51,00	58,03	57,55
07/08/2022	51,53	47,83	58,40	52,59
09/08/2022	45,87	40,27	44,73	43,62
11/08/2022	33,03	32,27	26,43	30,58
13/08/2022	29,17	36,73	26,17	30,69
15/08/2022	23,10	26,07	22,33	23,83
17/08/2022	18,60	16,47	17,93	17,67
19/08/2022	18,87	18,77	15,33	17,66
21/08/2022	25,20	22,00	20,67	22,62
23/08/2022	19,77	23,30	18,47	20,51
25/08/2022	20,83	20,43	18,27	19,84
27/08/2022	18,07	18,27	17,40	17,91
29/08/2022	17,97	18,30	17,40	17,89
31/08/2022	17,33	18,53	18,03	17,97

	T0(testigo)			
	BI	BII	BIII	
FECHA	TARDE	TARDE	TARDE	PROMEDIO TOTAL
03/08/2022	19,07	25,97	19,07	21,37
05/08/2022	28,67	29,57	27,21	28,48
07/08/2022	45,17	49,50	46,22	46,96
09/08/2022	51,22	50,77	49,23	50,41
11/08/2022	42,27	48,50	41,33	44,03
13/08/2022	39,33	40,23	35,32	38,30
15/08/2022	30,37	33,07	30,07	31,17
17/08/2022	29,67	30,33	26,33	28,78
19/08/2022	27,00	33,00	27,11	29,04
21/08/2022	35,00	35,33	30,33	33,56
23/08/2022	32,33	33,43	28,43	31,40
25/08/2022	30,80	31,83	27,22	29,95
27/08/2022	27,07	27,33	26,33	26,91
29/08/2022	22,67	24,22	21,00	22,63
31/08/2022	19,56	20,33	19,83	19,91

	<b>T1(suero de leche)</b>			
	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	
<b>FECHA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	16,33	16,00	28,57	20,30
05/08/2022	52,07	54,13	51,67	52,62
07/08/2022	50,40	45,90	49,90	48,73
09/08/2022	49,00	42,13	43,97	45,03
11/08/2022	32,60	33,73	35,50	33,94
13/08/2022	31,33	32,60	32,97	32,30
15/08/2022	26,13	26,70	26,63	26,49
17/08/2022	20,30	20,13	19,57	20,00
19/08/2022	17,97	17,53	16,50	17,33
21/08/2022	20,87	20,53	22,83	21,41
23/08/2022	18,00	20,83	21,23	20,02
25/08/2022	19,27	20,20	18,77	19,41
27/08/2022	17,13	17,77	18,17	17,69
29/08/2022	13,97	17,17	17,80	16,31
31/08/2022	16,83	16,40	17,83	17,02

	<b>T1(suero de leche)</b>			
	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	
<b>FECHA</b>	<b>TARDE</b>	<b>TARDE</b>	<b>TARDE</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	35,63	37,67	35,90	36,40
05/08/2022	55,77	58,33	56,80	56,97
07/08/2022	55,00	55,67	53,83	54,83
09/08/2022	52,67	54,80	51,47	52,98
11/08/2022	48,67	48,83	39,20	45,57
13/08/2022	45,77	45,73	44,57	45,36
15/08/2022	38,76	34,30	32,56	35,20
17/08/2022	30,67	32,73	28,57	30,66
19/08/2022	28,57	26,33	31,53	28,81
21/08/2022	28,00	29,44	29,77	29,07
23/08/2022	25,73	27,33	30,03	27,70
25/08/2022	24,99	29,63	27,50	27,37
27/08/2022	22,43	28,54	27,67	26,21
29/08/2022	21,67	28,33	25,83	25,28
31/08/2022	17,90	16,00	22,90	18,93

	<b>T2(levadura)</b>			
	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	
<b>FECHA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	18,00	17,93	35,67	23,87
05/08/2022	49,23	50,77	54,53	51,51
07/08/2022	55,93	52,90	60,33	56,39
09/08/2022	43,37	38,73	48,67	43,59
11/08/2022	33,43	26,90	31,97	30,77
13/08/2022	29,53	31,23	37,33	32,70
15/08/2022	25,07	23,47	22,33	23,62
17/08/2022	17,53	16,30	17,87	17,23
19/08/2022	15,03	13,37	16,17	14,86
21/08/2022	17,57	18,87	21,23	19,22
23/08/2022	15,93	16,03	19,10	17,02
25/08/2022	15,07	20,27	18,03	17,79
27/08/2022	13,77	17,90	16,70	16,12
29/08/2022	12,17	18,77	17,80	16,24
31/08/2022	14,40	19,03	17,43	16,96

	<b>T2 (levadura)</b>			
	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	
<b>FECHA</b>	<b>TARDE</b>	<b>TARDE</b>	<b>TARDE</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	37,90	40,73	30,80	36,48
05/08/2022	55,88	56,33	52,00	54,74
07/08/2022	54,90	58,70	51,91	55,17
09/08/2022	56,00	58,67	53,73	56,13
11/08/2022	45,00	46,90	44,90	45,60
13/08/2022	43,77	45,27	49,70	46,24
15/08/2022	37,97	40,83	37,54	38,78
17/08/2022	34,78	37,89	36,82	36,50
19/08/2022	33,78	29,97	33,83	32,53
21/08/2022	34,67	36,97	34,51	35,38
23/08/2022	28,70	31,56	35,73	32,00
25/08/2022	29,89	32,90	33,62	32,14
27/08/2022	28,67	29,69	27,73	28,70
29/08/2022	24,78	26,89	25,83	25,83
31/08/2022	18,68	25,00	19,96	21,21

	<b>T3(yogurt)</b>			
	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	
<b>FECHA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>MAÑANA</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	15,00	17,60	22,50	18,37
05/08/2022	60,80	52,57	56,47	56,61
07/08/2022	51,73	56,93	54,00	54,22
09/08/2022	49,13	40,30	43,20	44,21
11/08/2022	29,43	27,97	31,73	29,71
13/08/2022	31,07	30,37	30,93	30,79
15/08/2022	27,30	24,97	23,70	25,32
17/08/2022	17,87	14,57	19,67	17,37
19/08/2022	15,53	14,53	16,77	15,61
21/08/2022	23,30	17,90	20,97	20,72
23/08/2022	21,87	12,13	20,23	18,08
25/08/2022	20,43	16,70	20,67	19,27
27/08/2022	17,20	14,57	19,00	16,92
29/08/2022	15,47	15,30	18,37	16,38
31/08/2022	17,77	15,87	18,73	17,46

	<b>T3(yogurt)</b>			
	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	
<b>FECHA</b>	<b>TARDE</b>	<b>TARDE</b>	<b>TARDE</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	39,87	43,11	44,37	42,45
05/08/2022	53,23	64,34	55,93	57,83
07/08/2022	51,93	59,11	53,17	54,74
09/08/2022	61,07	55,63	56,93	57,88
11/08/2022	38,07	48,22	48,03	44,77
13/08/2022	43,80	47,11	47,40	46,10
15/08/2022	35,20	38,33	38,43	37,32
17/08/2022	26,23	36,22	30,67	31,04
19/08/2022	30,93	33,23	31,27	31,81
21/08/2022	34,70	32,24	32,43	33,13
23/08/2022	33,07	29,33	30,97	31,12
25/08/2022	30,00	28,13	29,60	29,24
27/08/2022	29,30	30,32	31,67	30,43
29/08/2022	21,07	20,00	25,70	22,26
31/08/2022	20,00	18,33	23,80	20,71

## Anexo 2

### Comportamiento de pH en el proceso de bocashi

	<b>T0(TESTIGO)</b>			
<b>FECHAS</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	6,93	6,67	5,13	6,24
07/08/2022	5,32	5,00	5,33	5,22
11/08/2022	5,50	5,52	5,80	5,61
15/08/2022	5,51	6,33	5,63	5,82
19/08/2022	6,36	6,81	6,69	6,62
23/08/2022	7,57	7,67	7,37	7,54
27/08/2022	7,88	8,00	7,99	7,96
31/08/2022	8,60	8,53	7,54	8,23

	<b>T1(SUERO DE LECHE)</b>			
<b>FECHAS</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	6,00	5,67	5,30	5,66
07/08/2022	5,47	5,67	5,30	5,48
11/08/2022	6,77	6,40	6,20	6,46
15/08/2022	7,27	6,89	7,10	7,08
19/08/2022	7,60	7,86	6,92	7,46
23/08/2022	7,98	8,93	7,58	8,16
27/08/2022	8,49	8,99	7,99	8,49
31/08/2022	8,22	8,34	7,53	8,03

	<b>T2 (levadura)</b>			
<b>FECHAS</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	6,33	5,53	5,37	5,74
07/08/2022	6,26	5,33	5,23	5,61
11/08/2022	6,53	6,83	5,77	6,38
15/08/2022	7,32	7,22	6,54	7,03
19/08/2022	7,89	7,89	6,78	7,52
23/08/2022	7,88	8,92	7,79	8,20
27/08/2022	8,89	8,98	8,00	8,62
31/08/2022	8,68	8,80	7,69	8,39

	<b>T3 YOGURT</b>			
<b>FECHAS</b>	<b>BI</b>	<b>BII</b>	<b>BIII</b>	<b>PROMEDIO</b>
03/08/2022	6,53	5,93	5,60	6,02
07/08/2022	5,30	6,29	5,10	5,56
11/08/2022	6,11	6,22	5,77	6,03
15/08/2022	6,67	6,93	5,90	6,50
19/08/2022	7,36	7,56	6,97	7,29
23/08/2022	7,77	7,96	7,11	7,61
27/08/2022	8,46	8,89	7,99	8,44
31/08/2022	8,00	8,56	7,50	8,02

### **Anexo 3**

*Rendimiento final del bocashi maduro*

<b>DESCOMPOSICIÓN</b>				
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>T0</b>	75,80	80,30	77,00	77,70
<b>T1</b>	80,50	88,00	77,88	82,13
<b>T2</b>	85,99	88,95	81,65	85,53
<b>T3</b>	87,70	90,5	85,4	87,87



## Anexo 4

Datos del análisis de laboratorio físico químico del abono bocashi



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)





**RES: FAC.AGRO.LAB. N°175**


**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MATERIA ORGÁNICA**

**INTERESADO:** Michael Belén Vasquez Muga  
**SOLICITUD:** LAF 175\_2022  
**ENTREGA:** 13/12/2022  
**PROCEDENCIA:** Departamento La Paz;  
Municipio Patacamaya  
Abono Bokashi T-0

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	1.49	Picnómetro
Densidad Aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.44	Probeta
Porosidad	%	70	Probeta; Picnómetro
Humedad Gravimétrica	%	24	Gravimetría
pH en H <sub>2</sub> O relación 1:5	-	9.13	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	9.61	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100 g C	18.903	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.93	Kjendahl
Materia orgánica	%	42.80	Calcinación
Fósforo disponible	ppm	254.40	Espectrofotometría UV-Visible



  
Ph.D. Roberto Miranda Casas  
**LABORATORIO DE SUELOS**



---

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,  
Telf. IAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com  
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

**LAFASA**



**RES: FAC.AGRO.LAB. N°176**

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MATERIA ORGÁNICA**

**INTERESADO:** Michael Belén Vasquez Muga  
**SOLICITUD:** LAF 176\_2022  
**ENTREGA:** 13/12/2022  
**PROCEDENCIA:** Departamento La Paz;  
Municipio Patacamaya  
abono bokashi T-1

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	1.12	Picnómetro
Densidad Aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.42	Próbeta
Porosidad	%	63	Próbeta; Picnómetro
Humedad Gravimétrica	%	27	Gravimetría
pH en H <sub>2</sub> O relación 1:5	-	9.18	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	9.96	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100 g C	21.007	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.57	Kjendahl
Materia orgánica	%	45.20	Calcinación
Fósforo disponible	ppm	245.30	Espectrofotometría UV-Visible



  
Ph.D. Roberto Miranda Casas  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,  
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com  
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°177

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MATERIA ORGÁNICA**

**INTERESADO:** Michael Belén Vasquez Muga  
**SOLICITUD:** LAF 177\_2022  
**ENTREGA:** 13/12/2022  
**PROCEDENCIA:** Departamento La Paz;  
Municipio Patacamaya  
Abono Bokashi T-2

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	1.19	Picnómetro
Densidad Aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.41	Próbeta
Porosidad	%	66	Próbeta; Picnómetro
Humedad Gravimétrica	%	25	Gravimetría
pH en H <sub>2</sub> O relación 1:5	-	9.34	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	9.30	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100 g C	18.216	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.70	Kjendahl
Materia orgánica	%	40.60	Calcinación
Fósforo disponible	ppm	263.50	Espectrofotometría UV-Visible



  
Ph.D. Roberto Miranda Casas  
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,  
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com  
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

**LAFASA**



Laboratorio de la  
Facultad de Agronomía  
en Suelos y Aguas

**RES: FAC.AGRO.LAB. N°178**

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE MATERIA ORGÁNICA**

**INTERESADO:** Michael Belén Vasquez Muga  
**SOLICITUD:** LAF 178\_2022  
**ENTREGA:** 13/12/2022  
**PROCEDENCIA:** Departamento La Paz;  
Municipio Patacamaya  
Abono Bokashi T-3

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Real	g/cm <sup>3</sup>	1.06	Picnómetro
Densidad Aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.41	Probeta
Porosidad	%	62	Probeta; Picnómetro
Humedad Gravimétrica	%	24	Gravimetría
pH en H <sub>2</sub> O relación 1:5	-	9.34	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	8.93	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100 g C	21.477	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.27	Kjendahl
Materia orgánica	%	42.40	Calcinación
Fósforo disponible	ppm	250.80	Espectrofotometría UV-Visible

  
Ph.D. Roberto Miranda Casas  
LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,  
Telf. IAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com  
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

## Anexo 5

Análisis cromatográfico de los tratamientos.



**PURUMA Agricultura Regenerativa**  
**Laboratorio AgroAmbiental**  
"La Casa del Agricultor"

N° PURUMA 052- 2022

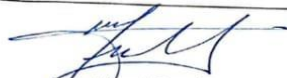
### ANÁLISIS CROMATÓGRAFICO DE ORGANICOS

Cliente	Michael Belén Vásquez Muga
Responsables de análisis	Ing. Daniela Ninoska Tola Garfias <b>ANALISTA DE LABORATORIO</b>
Responsable de muestreo	Michael Belén Vásquez Muga
Fecha de recepción de muestra	16/09/2022
Fecha de emisión de Informe	3/10/2022
Código de la muestra	To
Código Laboratorio	LMS-025

#### RESULTADOS



Muestra: To

  
Ing. Miguel Angel Lopez

**Responsable técnico**

PURUMA Agricultura Regenerativa

CONTACTOS: Empresa: Avenida Hacia el mar, Urb: Camacho, La Paz, Bolivia. Oficina: Edificio Krsul Piso 8 of.: 807- Av. Camacho, La Paz,

Correo Electrónico: puruma.bolivia@gmail.com Redes sociales: Puruma Celular: +591 74015451; +591 77732819





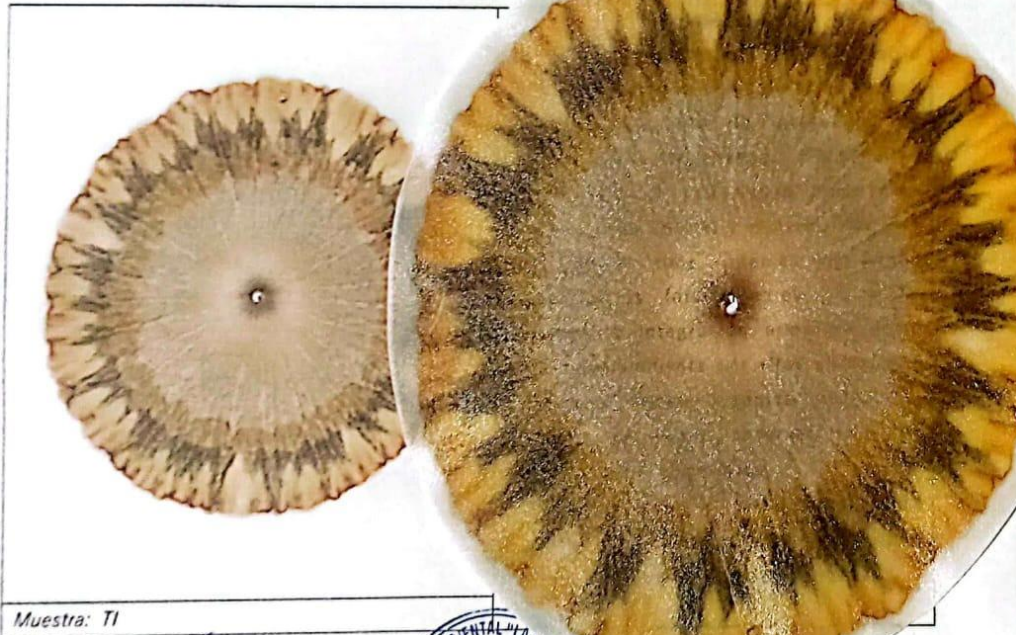
**PURUMA Agricultura Regenerativa**  
**Laboratorio AgroAmbiental**  
"La Casa del Agricultor"

N° PURUMA 053- 2022


**ANÁLISIS CROMATÓGRAFICO DE ORGANICOS**

Ciente	Michael Belén Vásquez Muga
Responsables de análisis	Ing. Daniela Ninoska Tola Garfias <b>ANALISTA DE LABORATORIO</b>
Responsable de muestreo	Michael Belén Vásquez Muga
Fecha de recepción de muestra	16/09/2022
Fecha de emisión de informe	3/10/2022
Código de la muestra	TI
Código Laboratorio	LMS-026

**RESULTADOS**



Muestra: TI

  
Ing. Miguel Angel Lopez  
**Responsable técnico**  
PURUMA Agricultura Regenerativa



CONTACTOS: Empresa: Avenida Hacia el mar, Urb. CBN, Vochi, No. 112245, Oficina: Edificio Krsul Piso 8 of.: 807- Av. Camacho, La Paz,  
Correo Electrónica: puruma.bolivia@gmail.com Redes sociales: Puruma Celular: +591 74015451; +591 77732819



PURUMA Agricultura Regenerativa  
Laboratorio AgroAmbiental  
"La Casa del Agricultor"

N° PURUMA 054- 2022


### ANÁLISIS CROMATÓGRAFICO DE ORGANICOS

Cliente	Michael Belén Vásquez Muga
Responsables de análisis	Ing. Daniela Nicolska Tola Garfias <b>ANALISTA DE LABORATORIO</b>
Responsable de muestreo	Michael Belén Vásquez Muga
Fecha de recepción de muestra	16/09/2022
Fecha de emisión de informe	3/10/2022
Código de la muestra	TII
Código Laboratorio	LMS-027

### RESULTADOS



Muestra: TII

  
Ing. Miguel Angel Lopez  
**Responsable técnico**  
PURUMA Agricultura Regenerativa



CONTACTOS: Empresa: Avenida Hacia el mar, Urb. Vicho, 2045 - Oficina: Edificio Krsul Piso 8 of: 807- Av. Camacho, La Paz,  
Correo Electrónico: puruma.bolivia@gmail.com, Redes Sociales: Puruma / Celular: +591 74015451; +591 77732819



**PURUMA Agricultura Regenerativa**  
**Laboratorio AgroAmbiental**  
"La Casa del Agricultor"

N° PURUMA 055- 2022

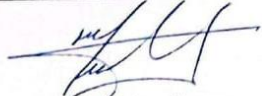
**ANÁLISIS CROMATÓGRAFICO DE ORGANICOS**

<b>Cliente</b>	Michael Belén Vásquez Muga
<b>Responsables de análisis</b>	Ing. Daniela Ninoska Tola Garfias <b>ANALISTA DE LABORATORIO</b>
<b>Responsable de muestreo</b>	Michael Belén Vásquez Muga
<b>Fecha de recepción de muestra</b>	16/09/2022
<b>Fecha de emisión de Informe</b>	3/10/2022
<b>Código de la muestra</b>	<b>TIII</b>
<b>Código Laboratorio</b>	<b>LMS-028</b>

**RESULTADOS**



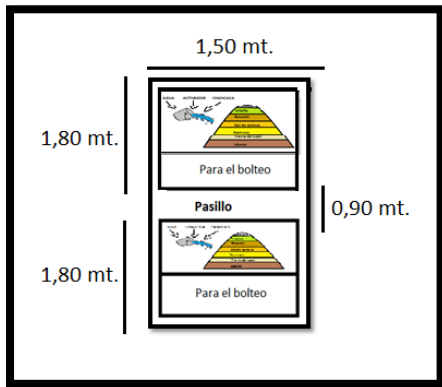
Muestra: TIII

  
Ing. Miguel Angel Lopez  
**Responsable técnico**  
PURUMA Agricultura Regenerativa



CONTACTOS: Empresa: Avenida Hacia el mar, Urb. CBN, Macha, #2045, Oficina: Edificio Krsul Piso 8 of.: 807- Av. Camacho, La Paz,  
Correo Electrónico: puruma.balivia@gmail.com Redes sociales: Puru(r)a Celular: +591 74015451; +591 77732819





**Anexo 6**

Delimitación para la elaboración del bocashi

*Almacenamiento de rastrojo de paja*



**Anexo 7** Almacenamiento del estiércol de bovino

**Anexo 8** Preparación de activadores



**Anexo 9** Armado de las pilas de bocashi

**Anexo 10** cubierta de las pilas



**Anexo 11** Primer volteo



**Anexo 12** volteo a los 28 días



**Anexo 13** microorganismos



**Anexo 14** 5 día del bocashi



**Anexo 15** Escarcha de bocashi por heladas



**Anexo 16** Tamizado



**Anexo 17** *mezclado de las muestras*



**Anexo 18** *cuarteo de la muestra*



**Anexo 19** *muestra etiquetada para laboratorio*