

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



**TRABAJO DIRIGIDO**

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BOKASHI CON DIFERENTES FUENTES DE  
MATERIA ORGÁNICA EN LA COMUNIDAD EL CONDADO - CANTÓN  
CARACATO PROVINCIA LOAYZA**

**ELIZABETH ILLANES QUISPE**

**La Paz – Bolivia**

**2024**

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

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BOKASHI CON DIFERENTES FUENTES DE  
MATERIA ORGÁNICA EN LA COMUNIDAD EL CONDADO - CANTÓN  
CARACATO PROVINCIA LOAYZA**

Trabajo Dirigido presentado como requisito  
Parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo

**ELIZABETH ILLANES QUISPE**

**Asesor:**

Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta

.....

**Revisor (es):**

Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado

.....

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera

.....

**APROBADO**

**Presidente del Tribunal Examinador**

.....

**La Paz- Bolivia**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Con enorme cariño a mis queridos padres:

Eloy Illanes Mamani y Victoria Quispe Limachi por haberme dado la vida, por su amor, comprensión y apoyo incondicional desde el inicio de mi carrera profesional.

A mis queridas hijas Qhana Valeria y Ana Victoria quienes me inspiraron a seguir adelante con mis estudios para obtener mi título profesional.

A mi querido esposo Orlando Callejas Poma por su apoyo incondicional para concluir este sueño tan anhelado para mi persona como Ingeniera Agrónoma.

A mi querida hermana Marisol, mis hermanos Juan y Brian por todo su apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por acompañarme en todo momento y permitirme concluir mi meta como persona profesional.

A la Universidad Mayor de San Andrés por ser mi casa de estudios superiores.

A la Facultad de Agronomía de la UMSA por haberme formado como Ingeniera Agrónoma.

Al Ing. M. Sc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta por su asesoramiento en el presente Trabajo final.

Mis agradecimientos a los Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado y Ing. Freddy Carlos Mena (tribunal revisor) por sus observaciones y correcciones en la conclusión del presente Trabajo Dirigido.

A la Ing. Cynthia Chipana Valero responsable de PETAENG quien me ha brindado su apoyo incondicional en elaboración del presente Trabajo.

A mis compañeras Verónica Álvarez Kovac, Daniela Valencia y Maya Apaza muchas gracias.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
INDICE GENERAL .....	III
INDICE DE TABLAS .....	V
INDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VI
RESUMEN .....	VII

## INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1 Planteamiento del Problema .....	9
1.2 Justificación .....	10
1.3 Objetivos .....	10
1.3.1 Objetivo General .....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Metas .....	11
II. MARCO TEORICO .....	11
2.1 Contexto Normativo .....	11
2.2 Marco Conceptual .....	15
2.2.1. Agricultura Orgánica.....	15
2.2.2. Abonos Orgánicos .....	16
2.2.2.1. La Importancia de los Abonos Orgánicos .....	16
2.2.3. El estiércol .....	17
2.2.4. Composición del estiércol .....	17
2.2.5. Bokashi .....	18
2.2.5.1. Ventajas del Bokashi .....	18
2.2.5.2. Procedimiento para elaboración Bokashi.....	19
2.2.5.3. Materiales que son utilizados en la elaboración de Bokashi .....	20
2.2.5.4. Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico Bokashi.....	21

2.2.5.5. Propiedades químicas del abono Bokashi .....	23
2.2.5.6. Tiempo de elaboración del bokashi.....	25
III. SECCIÓN DIAGNOSTICA .....	26
3.1 Materiales y Métodos .....	26
3.1.1 Localización y ubicación del área de estudio .....	26
3.1.2 Materiales .....	28
3.1.2.1. Material de campo .....	28
3.1.2.2. Material biológico .....	29
3.1.2.3. Material de gabinete .....	29
3.1.3. Metodología .....	29
3.1.3.1. Diseño de la Investigación .....	29
3.1.3.2. Procedimiento del Trabajo .....	31
3.1.3.3. Variables de Respuesta .....	34
IV. SECCIÓN PROPOSITIVA.....	35
4.1. Aspectos propositivos .....	35
4.2. Análisis de resultados.....	35
4.2.1. Comportamiento de temperatura en la región de El Condado .....	35
V. SECCIÓN CONCLUSIVA .....	49
5.1. Conclusiones .....	49
5.2. Recomendaciones .....	50
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS .....	55

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades promedio de contenido de nutrientes de distintas especies .....	17
Tabla 2. Resultados del contenido de N .....	40
Tabla 3. Resultados del contenido de P.....	41
Tabla 4. Resultados del contenido de K.....	42
Tabla 5. Resultados del contenido de CE.....	43
Tabla 6. Resultados del contenido de MO.....	44
Tabla 7. Resultados del contenido de CO .....	45
Tabla 8. Resultados de la relación C/N .....	46
Tabla 9. Resultados de rendimiento.....	47
Tabla 10. Resultados de los costos parciales.....	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba de puño para determinar la humedad correcta del Bokashi .....	22
Figura 2. Croquis de ubicación del estudio .....	26
Figura 3. Comportamiento de la temperatura en el ambiente.....	35
Figura 4. Resultados del comportamiento de la temperatura .....	36
Figura 5. Resultados del comportamiento de la humedad.....	37
Figura 6. Resultados del comportamiento del pH .....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación del terreno .....	56
Anexo 2. Recolección de material .....	57
Anexo 3. Mezcla del material para la elaboración del Bokashi .....	58
Anexo 4. Volteo del bokashi .....	59
Anexo 5. Toma de datos de temperatura, ph y humedad .....	60
Anexo 6. Cosecha de abono bokashi y selección de muestra para laboratorio .....	60
Anexo 7. Detalle de costos para la elaboración del Bokashi .....	62
Anexo 8. Peso de cosecha por cada tratamiento .....	62
Anexo 9. Datos de pH por Tratamiento .....	63
Anexo 10. Datos de Humedad y Temperatura por Tratamiento .....	64
Anexo 11. Análisis de Laboratorio .....	66

## RESUMEN

A nivel mundial estamos pasando una emergencia climática que se manifiesta por la falta de agua, lo cual repercute en la producción agrícola, muchos de estos efectos en la producción agrícola se debe al mal uso de los insumos agrícolas como fertilizantes y otros del paquete tecnológico de la revolución verde. Ante esta problemática, se recomienda realizar una producción sostenible, para lo cual es importante el uso de abonos orgánicos, uno de los abonos orgánicos poco estudiado es el denominado Bokashi. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es Evaluar tres tipos de Bokashi con tres fuentes de estiércol (ovino, bovino y cuy) con material vegetal del sector de la comunidad El Condado cantón Caracato provincia Loayza. Para lo cual se utilizó diferentes estiércoles para ver su efecto en el producto final. El estudio se realizó en la provincia Loayza del departamento de La Paz, segunda sección municipal Sapahaqui, cantón Caracato, comunidad El Condado, ubicado aproximadamente 140 km de la sede de gobierno. Se trabajó bajo diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, obteniendo un total de nueve unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron: T1 estiércol de ovino, T2 estiércol de bovino y T3 estiércol de cuy. Entre los resultados más sobresalientes se destaca: La temperatura máxima en la región alcanzo a 35 °C en el mes de julio, mientras que la temperatura mínima se registró con un valor de 8 °C. El comportamiento de la temperatura en el proceso de producción de bokashi fue adecuada de acuerdo a la revisión de otros autores, lo que permitió obtener el producto en el tiempo previsto de 21 días, además este proceso se vio favorecido por la temperatura ambiente de la región. Para las variables evaluadas en laboratorio, en todos los tratamientos los resultados son similares, cumpliéndose con los parámetros de calidad recomendados por los autores. Para los costos parciales por tratamiento, se destaca el tratamiento 2, que corresponde a la elaboración de bokashi con estiércol bovino, con el cual se obtiene el mejor B/C con un valor de 2.6, sin embargo, todos los tratamientos son rentables.

Palabras clave :Bokashi, abono orgánico, estiércol .

## ABSTRACT

Worldwide we are going through a climate emergency that is manifested by the lack of water, which has repercussions on agricultural production; many of these effects on agricultural production are due to the misuse of agricultural inputs such as fertilizers and others of the technological package of the green revolution. Faced with this problem, it is recommended to carry out sustainable production, for which the use of organic fertilizers is important, one of the organic fertilizers little studied is the so-called Bokashi. Therefore, the objective of this research is to evaluate three types of Bokashi with three sources of manure (sheep, cattle and guinea pig) with plant material from the community sector El Condado canton Caracato province Loayza. For this purpose, different manures were used to see its effect on the final product. The study was carried out in the Loayza province of the department of La Paz, second municipal section Sapahaqui, canton Caracato, community El Condado, located approximately 140 km from the seat of government. We worked under a completely randomized design (DCA) with three treatments and three replications, obtaining a total of nine experimental units. The treatments evaluated were: T1 sheep manure, T2 cattle manure and T3 guinea pig manure. Among the most outstanding results, the maximum temperature in the region reached 35 °C in July, while the minimum temperature was recorded at 8 °C. The behavior of the temperature in the bokashi production process was adequate according to the review of other authors, which allowed to obtain the product in the expected time of 21 days, in addition this process was favored by the ambient temperature of the region. For the variables evaluated in the laboratory, the results are similar in all treatments, complying with the quality parameters recommended by the authors. For the partial costs per treatment, treatment 2 stands out, which corresponds to the production of bokashi with bovine manure, with which the best B/C is obtained with a value of 2.6, however, all treatments are profitable.

Keywords: Bocashi, organic manure, manur.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial estamos pasando una emergencia climática que preocupa, los efectos de los fertilizantes químicos sobre el medio ambiente están afectando fuertemente la contaminación de suelos, contaminación del agua y repercute en la producción de alimentos más sanos para el consumo de la población.

Durante años se observó el uso excesivo y abuso de abonos químicos en la producción agrícola, fue causando la pérdida de la fertilidad de nuestros suelos, presentándose altas tasas de salinidad, bajos rendimientos en la producción el cual repercute en bajos ingresos económicos percibidos, que conlleva a la migración del campo a las ciudades.

Reducir la dependencia de abonos químicos ayudará a recuperar la fertilidad de suelos, mantener el equilibrio en el ecosistema, mejorar la retención de humedad y mejorar la asimilación de nutrientes en las plantas. La baja producción y la degradación de suelos nos hacen buscar alternativas como el uso de abonos orgánicos, entre ellas el abono Bokashi para la producción de nuestras hortalizas y frutales.

El Bokashi es un abono orgánico que tiene como particularidad por su alto contenido de microorganismos benéficos, que ayudan a la fermentación que estimula a degradar más rápido los residuos tanto de animales como de vegetales, que a su vez enriquece con el contenido de minerales, biodiversidad de microorganismos, se obtiene por tiempo corto, el valor de su elaboración es de muy bajo costo económico y se rescata los material del lugar.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

En Bolivia la agricultura presenta muchos problemas, entre ellas la degradación de suelos, presencia de plagas y enfermedades dando como resultado suelos no productivos, debido al mal uso de abonos químicos que afecta a la producción agrícola.

En la comunidad El Condado pocos son los agricultores que han venido utilizando materiales orgánicos, los cuales son aplicados en diferentes cultivos, pero en baja proporción, debido al poco control en las fronteras el cual facilita la adquisición de

fertilizantes químicos, lo que ha sido un obstáculo para promover la utilización de abonos orgánicos a mayor escala.

El desconocimiento de metodologías de obtención de abonos orgánicos de parte de los productores repercute en el no aprovechamiento de los insumos locales y por ende en el alto costo de producción.

## **1.2. Justificación**

El presente trabajo proporcionara información sobre la elaboración del abono orgánico Bokashi para su uso potencial en la recuperación de suelos degradados de la comunidad El Condado cantón Caracato provincia Loayza.

El abono Bokashi preparado con diferentes fuentes de material vegetal y residuos animales se encuentra orientado al mejoramiento de la estructura física, química, biológica del suelo, siendo una alternativa de producción para los agricultores y dar a conocer uno de los métodos de agricultura orgánica y la importancia de conservar el medio ambiente y producir mejores alimentos.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Evaluar tres tipos de Bokashi con tres fuentes de estiércol (ovino, bovino y cuy) con material vegetal del sector de la comunidad El Condado cantón Caracato provincia Loayza.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el proceso de elaboración y rendimiento de tres tipos de abono Bokashi.
- Evaluar las propiedades químicas de los tres abonos ecológicos.
- Determinar los costos parciales en la producción entre los tres tipos de abonos bokashi.

#### **1.4. Metas**

- Obtener un abono orgánico de calidad que sea una alternativa que aporte a la recuperación de suelos degradados para la producción agrícola en la comunidad.
- Utilizar de manera eficiente el estiércol de ovino, bovino y cuy con la mezcla de material vegetal del lugar.
- Determinar la calidad del abono orgánico mediante el análisis químico de laboratorio

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1. Contexto Normativo**

#### **Ley 3525 (ley de 21 noviembre de 2006)**

**ARTICULO 1. (Objeto).** Declarar de interés y necesidad nacional la presente Ley que tiene por objeto: Regular, promover y fortalecer sosteniblemente el desarrollo de la Producción Agropecuaria y Forestal no maderable ecológica en Bolivia. La misma está basada en el principio fundamental que para luchar contra el hambre en el mundo no solamente basta producir más alimento si no que estos sean de calidad, inocuos para la salud humana.( GACETA OFICIAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, 2006)

**ARTICULO 2. (Definición).** La agricultura ecológica es la ciencia y el arte empleados con soberanía durante el proceso de producción agrícola, pecuaria, apícola, forestal y la obtención de alimentos (sanos, nutritivos, inocuos a la salud humana, de calidad y de fácil acceso a toda la población, provenientes de especies domesticadas y sus parientes silvestres), incluida la transformación, industrialización y comercialización. (G.O.E.P.B. GACETA OFICIAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, 2006)

**Artículo 342.-** Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sostenible los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el medio ambiente.(C.P.E.)

**Ley 1333 (ley del Medio Ambiente de 27 de abril de 1992)**

**ARTICULO 1º.** La presente ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

**ARTICULO 2º.** Para los fines de la presente ley, se entiende por desarrollo sostenible el proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. La concepción de desarrollo sostenible implica una tarea global de carácter permanente.

**ARTICULO 43º.** El uso del suelo para actividades agropecuarias forestales deberá efectuarse manteniendo su capacidad productiva, aplicándose técnicas de manejo que eviten la pérdida o degradación de los mismos, asegurando de esta manera su conservación y recuperación. Las personas y empresas públicas o privadas que realicen actividades de uso de suelos que alteren su capacidad productiva, están obligados a cumplir con las normas y prácticas de conservación y recuperación.

**Ley 144 (26 de junio de 2011).**

**ARTICULO 40. (Creación de la empresa de producción de abonos y fertilizante).**

I. Se crea la Empresa de Producción de Abonos y Fertilizantes- EPAF, como entidad pública autárquica del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, con personalidad jurídica de derecho público, de alcance nacional y autonomía de gestión técnica, administrativa y propietaria.

II. La Empresa de producción de Abonos y Fertilizantes – EPAF deberá:

1. Priorizar la Producción de Abonos Orgánicos, el reciclaje y aprovechamiento de desechos orgánicos para su generación.

2. Apoyar emprendimientos estatales, mixtos, comunitarios y privados para el aprovechamiento de desechos para la producción de abonos y fertilizantes.
3. Desarrollar y fortalecer iniciativas comunitarias, así como de las leyes y los pequeños y medianos productores.
4. Aprovechar los insumos derivados de la explotación minera e hidrocarburífera y de otras actividades nacionales.

### **Reglamento de la ley 3525 (noviembre de 2006)**

#### **ARTICULO 15. Abonamiento y fertilización natural.**

- a) El abonamiento en la producción ecológica se refiere a nutrir el suelo mediante la aplicación de materiales orgánicos diversos, que intensifiquen la actividad de los microorganismos y favorezcan el desarrollo de las plantas. Por lo tanto, el productor ecológico debe contar con un plan de manejo ecológico de suelos, procurando la incorporación continua de materia orgánica y la estimulación de la actividad biológica. Se introduce a la unidad de producción material orgánico cuando el balance de nutriente demuestre la necesidad.
- b) Los materiales biodegradables de origen microbiano, vegetal, o animal; son la base para el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Se debe utilizar de preferencia material orgánico generado en la misma unidad de producción y el que provenga de fuera debe originarse en unidades ecológicas. Según condiciones locales y características de los cultivos, únicamente se permite, excepciones justificadas de materiales de origen microbiano, vegetal o animal externos a la finca.
- c) Toda materia orgánica que provenga de unidades de producción convencional necesariamente debe ser compostada previamente en concordancia con el anexo I (incluido el compost de viveros).
- d) Los abonos orgánicos y fertilizantes minerales permitidos en la producción ecológica se encuentran en el anexo I. Todo abono o fertilizantes que no estén enunciados están prohibidos.

- e) Nitratos y todos fertilizantes nitrogenados sintéticos, incluyendo la urea, están prohibidos.
- f) Los fertilizantes minerales deben considerarse como suplementos y en ningún momento pueden sustituir el reciclaje de nutrientes. Los fertilizantes minerales tienen que aplicarse en su forma natural sin previo tratamiento químico. La dosis de aplicación debe ser tal que no conduzca a una acumulación de sustancias indeseables como metales pesados en el suelo.
- g) Previa determinación de la dosis adecuada se permite la corrección de pH del suelo con cal agrícola para suelos ácidos y con azufre en polvo para suelos alcalinos.
- h) Los aportes de todos los abonos orgánicos y minerales y en particular los orgánicos ricos en nitrógeno, han de efectuarse de modo que no tengan consecuencias adversas sobre la calidad del cultivo (calidad nutritiva, contenido de nitrato, sabor, capacidad de conservación).
- i) Dada la situación epidemiológica del país, se prohíbe el empleo de excrementos humanos en cualquier cultivo hortícola y agrícola (Heces y orina).
- j) Se prohíbe la utilización de subproductos de la producción pecuaria convencional intensiva para fines de abonamiento. En casos excepcionales y cuando exista la necesidad probada, el organismo de control puede permitir el uso de estos productos si provienen de una producción pecuaria convencional extensiva, debiendo ser previamente compostadas y usados con restricciones en cantidad, forma de aplicación y cultivo.
- k) En corrales de animales o espacios de acumulación de estiércol u otros materiales para abonamiento, se debe evitar riesgos de contaminación. No está permitida una acumulación en exceso, sin un manejo adecuado (G.O.E.P.B., 2006).

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Agricultura Orgánica**

Betancur (2022), nos indica que la agricultura orgánica es una alternativa importante para desarrollo sectorial en el contexto de la producción sustentable, esto trae muchos beneficios para los consumidores como conservar el medio ambiente y adoptar nuevas alternativas metodológicas para conservación y mitigación de impactos ambientales. Para que esto sea efectivo en la producción se debe tener en constante práctica el manejo ecológico de todos los recursos naturales, tales como: fertilizantes orgánicos, rotación de cultivos, abonos verdes.

Oelhaf (1978), mencionado por Carrasco y Sánchez (2020), nos indica que la agricultura orgánica es un sistema de cultivo de una explotación agrícola independiente basada en el uso de los recursos naturales el cual no emplea productos químicos sintéticos u organismos genéticamente modificados, estos no son utilizados en el manejo de cultivos ni para el control de plagas respetando el medio ambiente.

La agricultura orgánica, ecológica o biológica es una forma de agricultura que no pone en primer lugar el uso de agroquímicos, fertilizantes solubles y otros productos químicos. La agricultura orgánica desarrolla sistemas que produce alimentos minimizando los efectos negativos sobre el medio ambiente. Estos nuevos métodos alternativos de la agricultura, son desarrolladas a través de la aplicación de un sistema de técnicas agronómicas y lograr alimentos saludables de elevado valor nutritivo, libres de residuos de agroquímicos (FAO, 2005).

En la agricultura orgánica hay alternativas que permiten nivelar las deficiencias de la fertilidad de suelos y sus necesidades nutritivas del cultivo, siempre tomando en cuenta la vida microbiana, la que es muy importante en el aprovechamiento óptimo de los abonos orgánicos (Garro A., 2016).

### **2.2.2. Abonos Orgánicos**

“Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes y mejorar sus características físicas, químicas y biológicas” (Beltrán et al, 2019).

Los abonos orgánicos presentan un alto contenido de nitrógeno y cantidades importantes elementos nutritivos para el desarrollo de las plantas, dependiendo como lo aplicación se observa un aumento de materia orgánica del suelo, tienen la capacidad de retener de humedad y en el pH, nutrientes como el potasio, el calcio y magnesio. En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Ramos, et al. 2014).

Los abonos orgánicos son toda materia de origen vegetal o animal que se encuentra en el suelo, proviene de residuos de plantas o bien de originarse de animales o incluso microorganismos. Es importante entender que la materia orgánica no solo aporta nutrientes, sino que el humus, producto final de la degradación es capaz de mejorar la estructura y fertilidad del suelo, solo se produce a partir de materiales ricos en carbono y de lenta degradación (Garro, 2016).

#### **2.2.2.1. La Importancia de los Abonos Orgánicos**

Mujica, et al(2020), menciona, que la producción de abono orgánico en los últimos años ha mostrado grandes resultados como por ejemplo la conservación del suelo, la reutilización de materias o desechos orgánicos que antes contaminaban el medio ambiente, aumentando los nutrientes en los suelos, lo que generó una gran importancia de este método.

Suquilanda (1995), mencionado por Mora (2015), indica que la agricultura orgánica ha tomado gran importancia a nivel mundial, principalmente porque la población tiene el interés de consumir alimentos más saludables para conservar su salud. Los casos de enfermedades complejas, intoxicación, malformaciones, son

trastornos producidos como consecuencia del uso indiscriminado de sustancias químicas en los cultivos.

### 2.2.3. El estiércol

Se denomina estiércol a las excretas de los animales rico en nitrógeno que generalmente se utilizan como un abono natural para fertilizar los cultivos, está compuesta por más una materia orgánica (Helguero, et al 2018).

### 2.2.4. Composición del estiércol

Las especies animales producen excrementos muy diferentes, en relación con su contenido de nutrientes. Analizando los diferentes abonos según este criterio, los estiércoles ovinos son los más ricos en nutrientes, después sigue el guano de gallina (gallinaza) el estiércol equino, bovino y por último el estiércol porcino (Brechtel, 2004)

Tabla 1. **Cantidades promedio de contenido de nutrientes de distintas especies**

COMPONENTE	BOVINO	GALLINAZA	OVINO	CAPRINO	CAMELIDOS	CERDO
PH	8,3	7,6	8	8	7,9	7,3
N.T.%	1,73	2,7	1,68	2,2	1,5	1,75
P2O5 Totales%	1,65	2,72	1,28	1,53	0,85	2,28
K2O Totales %	1,52	1,52	1,39	1,06	1,16	2,11
Ca Totales %	1,41	8,6	1,01	1,42	0,94	0,8
Relación C/N	21,2	15,9	23,8	15,8	29,8	19,9
PH	8,3	7,6	8	8	7,9	7,3

Fuente: (FAO, 1990)

Composición química del estiércol de cuy presenta una humedad 18.0 %; Nitrógeno 1.90%; Fosforo 0.80%; Potasio 1.9%; (INIA, 1998)

El estiércol de cuy tiene una composición química por ppm tiene un 0.7% de Nitrógeno, 0.05% de Fosforo, 0.31% de Potasio y su pH es 10 (Pantoja, 2014).

### **2.2.5. Bokashi**

De acuerdo a Restrepo (2001), la elaboración de abonos orgánicos fermentados, se puede entender como un proceso de descomposición aeróbica y termofílica de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, por medio de poblaciones de microorganismos efectivos o benéficos (E.M.), que existen en los propios residuos orgánicos, que bajo condiciones controladas se puede obtener un material óptimo, para fertilizar plantas y al mismo tiempo nutrir los suelos.

Bokashi es una técnica de producción de abono orgánico desarrollada en Japón. Se obtiene de la descomposición, en presencia de aire de residuos vegetales y animales, donde se agrega materias orgánicas, que le permiten acelerar el proceso de fermentación. Cuando está terminado, el bokashi aporta nutrientes y microorganismos benéficos necesarios para estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos. De manera gradual mejora la fertilidad del suelo, aumenta la retención de humedad y permite el desarrollo de plantas más sanas y más productivas.(Céspedes , 2019)

#### **2.2.5.1. Ventajas del Bokashi**

Según Céspedes(2019) las ventajas del uso de bokashi son la siguientes:

- Aporta materia orgánica al suelo.
- Incrementa la cantidad de microorganismos y su actividad en el suelo.
- Mejora la porosidad del suelo, la retención de humedad, la infiltración de agua, la aireación y la penetración de las raíces.
- Es un abono que suple, en forma rápida, las deficiencias nutricionales de las plantas.
- Transfiere a las plantas resistencia a enfermedades.
- Es más rápido de elaborar que otros biofertilizantes.
- Es sencillo de preparar y ocupa poco espacio.
- Los materiales requeridos para su elaboración son de bajo costo.

- Puede significar una fuente adicional de ingresos.

### **2.2.5.2. Procedimiento para elaboración Bokashi.**

Shintani (2000) por citado Paredes (2008), recomienda que para la preparación del bokashi, se pueden seguir los siguientes pasos:

- Pique y mezcle los materiales.
- Disuelva la melaza en agua (Melaza: agua = 1: 100), la mezcla se facilita si se la prepara con agua caliente (40 °C) Agregue los EM a la solución de melaza con agua cuando baje la temperatura.
- Vierta la mezcla de EM y melaza sobre la materia orgánica y mezcle bien.
- Agregue en una forma gradual y mezcle bien mientras monitorea el contenido de humedad. No debe escurrir agua; el contenido de humedad debe estar entre 30% y 40%. Para verificar, comprima un puñado de la mezcla en la mano, esta debe quedar como una unidad sin desmoronarse y sin que gotee líquido. Sin embargo, al tocar el puñado con el dedo, debe desmoronarse fácilmente. Coloque la mezcla sobre un piso de cemento o suelo, bajo un área techada.
- Luego cúbrala con sacos, bolsas pajas u otro material similar. (se recomienda colocar la mezcla sobre un piso de cemento para facilitar el volteo). Bajo condiciones aeróbicas, la mezcla se fermenta muy rápido.
- La temperatura aumenta en cuestión de horas y el Bokashi puede necesitar de una remoción constante. Idealmente la temperatura se debe mantener 47 alrededor de 35 °C a 40 °C. Si la temperatura sobrepasa los 60 °C se debe revolver bien la pila de bokashi. Si la temperatura permanece alta, extienda la pila para reducir la altura y permitir la entrada de aire fresco.
- El periodo de fermentación es de 3 a 21 días y su duración depende de los materiales que se usan.
- El Bokashi está listo para ser utilizado cuando libera un olor dulce producto de la fermentación y cuando se pueden observar mohos blancos en la superficie. Si la pila emite olor a putrefacción el experimento ha fracasado.

### 2.2.5.3. Materiales que son utilizados en la elaboración de Bokashi

La composición del bokashi puede variar considerablemente, es decir, no existe una receta o fórmula fija para su elaboración (Suquilanda, 2006).

Los componentes y su constitución son aspectos básicos en la elaboración, ya que de ellos dependerá la velocidad de descomposición o tasa de mineralización gobernada por la actividad microbiológica y la posterior disponibilidad de nutrientes. Los principales componentes de los sustratos orgánicos son celulosas, hemicelulosas, ligninas, azúcares y compuestos nitrogenados los cuales tienen diferentes velocidades de descomposición, dependiendo de su constitución estructural y la facilidad ante el ataque de los microorganismos.

No existe una receta exclusiva o fórmula única para la elaboración del Bokashi, la composición de este abono se ajustará a las condiciones y materiales existentes en las comunidades, pudiéndose utilizar los siguientes:

- **Suelo:** este es el ingrediente que nunca debe faltar en la formulación de este abono orgánico, provee los microorganismos necesarios para la transformación de los desechos.
- **Gallinaza y estiércol de ganado:** son las fuentes principales de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micro nutrientes.
- **Ceniza:** proveen altas cantidades de potasio, esta puede ser obtenida de los fogones o estufas caseras que funcionan con leña.
- **Cal:** se emplea como enmienda para neutralizar la acidez de los estiércoles y materiales verdes que se usan y constituye una fuente de calcio y magnesio.
- **Melaza:** sirve como fuente de energía para los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos. Además, provee cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrientes.
- **Residuos vegetales:** constituyen una fuente rica de nutrientes para los microorganismos.

- **Suero o ácido láctico:** es un derivado de la leche, es un fuerte esterilizante y supresor de microorganismos nocivos. Además, posee propiedades hormonales y fungistáticas, es buen descomponedor de materia orgánica.
- **Levaduras:** producen sustancias bioactivas tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular y el crecimiento radicular.
- **Carbón triturado o en polvo:** contribuye a mejorar las características físicas del abono orgánico como la aireación, absorción de calor y humedad. Actúa como una esponja reteniendo, filtrando y liberando poco a poco los nutrimentos.
- **Agua:** favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad, al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad.

Existen otras materias primas que podrían ser utilizadas en la elaboración de este abono orgánico además de presentar alto contenido de nitrógeno, contienen buena cantidad de azúcares, agua, fuentes de carbono y un tamaño de partículas adecuado. Dentro de estas se encuentra la pulpa de café, la cachaza y subproductos del proceso de fabricación del azúcar, los residuos generados por banano de rechazo y raquis, que tienen alto contenido de potasio (Ramos, et al. 2014).

#### **2.2.5.4. Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico Bokashi**

Para mantener una buena elaboración en la producción del bokashi debe seguir ciertas recomendaciones como:

- **Temperatura**

Meléndez, et al. (2003) citado por Jordán (2020), indica que la temperatura de 45-55°C es buena para la velocidad de descomposición, y la temperatura por debajo de 45°C es beneficiosa para la diversidad de microorganismos y reduce la volatilización del nitrógeno, para el abono tipo bokashi la temperatura ideal debe estar entre 45- 50 °C los nutrientes se absorben más fácilmente. La observación de altas temperaturas,

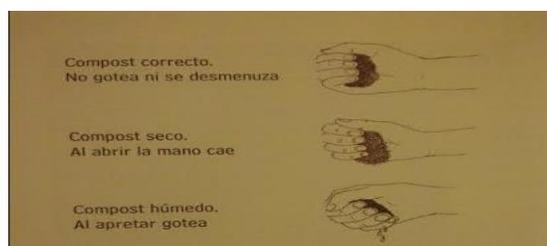
produce la pérdida de grandes cantidades de microorganismos benéficos. Hay diversos termómetros útiles para medir esta temperatura, pero si no se tienen se aprende a valorar con un machete y el tacto (FONCODES, 2010).

- **Humedad**

Meléndez, et al. (2003) mencionado por Jordán (2020), nos indica que la humedad óptima en el proceso de elaboración para el bokashi es inicialmente 60% descende rápidamente, el alto nivel de humedad limita la buena oxigenación del proceso, y debido a la escasa actividad de los microorganismos aeróbicos, y debido a la formación de condiciones reductoras favorables a la desnitrificación, puede promover una mayor pérdida de nitrógeno.

La humedad óptima para el proceso del abono es de un 50 % a un 60 % en relación con el peso de la mezcla. Si el abono está muy seco, la descomposición es muy lenta (baja la actividad de los microorganismos). Si está muy húmedo, falta oxígeno y puede haber putrefacción de los materiales, ya que el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico. El resultado será una mezcla de mal olor y textura muy suave por el exceso de agua (Picado et all, 2005).

**Figura 1. Prueba de puño para determinar la humedad correcta del Bokashi**



**Fuente: Restrepo (2007).**

- **La aireación**

Picado (2005), nos indica que la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, es necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso de exceso de humedad los microporos presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aeración y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad.

- **Tamaño de las partículas**

El tamaño de las partículas de los componentes para elaboración de bokashi puede presentar la ventaja de aumentar la superficie para su composición microbiológica, sin embargo, partículas muy pequeñas pueden llegar a presentar una compactación que de paso a una fermentación anaeróbica lo cual no es bueno, por que obtendremos un abono descompuesto, la preparación es variada y se ajusta a los materiales que el campesino disponga en la finca (Restrepo, 2001).

#### **2.2.5.5. Propiedades químicas del abono Bokashi**

La composición del abono bokashi determinada por su estructura en su naturaleza, reaccionara a cambios químicos que a una serie de reactivos o condiciones específicas que se verán en la prueba de laboratorios.

- **Relación Carbono/Nitrógeno**

Para poder tener un abono de buena calidad la relación debe ser C/N se calcula de 1 a 25 – 35, si esta relación llegara a ser menor puede existir una pérdida de nitrógeno, y si en caso fuera mayor su fermentación y su descomposición es mucho más lenta y que llega a ser conveniente para el abono orgánico. (Coral, 2010).

- **pH**

Los valores de pH se consideran buenos entre los rangos 6,0 y 7,5; los valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de degradación de los materiales orgánicos. Sin embargo, al inicio de la fermentación el pH es bien bajo, pero gradualmente se va autocorrigiendo con la evolución de la fermentación o maduración del abono también nos indica que en los primeros estados del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro (López, 2018).

- **Nitrógeno (N)**

El Nitrógeno, es un elemento muy importante en la naturaleza y está expuesto a una serie de diversos factores que reducen su disponibilidad y eficiencia en el proceso de absorción, esto nos lleva a un menor aprovechamiento del Nitrógeno aplicado al suelo, los fertilizantes nitrogenados, comúnmente usados en agricultura, se pierden en grandes cantidades en forma de gas amoníaco, que escapa a la atmosfera y posteriormente el Nitrógeno, toma la forma del anión nitrato, el cual puede ser fácilmente lavado por las lluvia y el riego (Barrera, C., 2017, p.86).

- **Fósforo (P)**

El fósforo es constituyente del ATP (Adenosin Trifosfato), ácidos nucleídos, fosfolípidos y ciertas enzimas, este elemento cumple una actividad importante en el sistema de transferencia de energía dentro de la planta. Es una respuesta esencial para el crecimiento radical, en el proceso de floración y en la formación de frutas y semillas (Balta et al, 2015)

- **Potasio (K)**

El potasio (K) es importante en la fotosíntesis, pues acelera el flujo y translocación de los productos que asimila, como los azúcares y almidones que son formados durante la fotosíntesis y luego son transportados por las hojas hasta los órganos de reserva frutos, semillas, tubérculos, etc. Incrementa el rendimiento y calidad de la cosecha, mejorando el sabor, el contenido de azúcares y el color de los frutos. Favorece la resistencia a enfermedades al fortalecer los tejidos vegetativos; el potasio también mejora las propiedades de almacenamiento post cosecha de frutas y hortalizas, al promover mayor firmeza y resistencia de los tejidos. (Balta et al, 2015).

- **Materia Orgánica (M.O.)**

La materia orgánica nos muestra como propiedades físicas en el suelo como el mejoramiento de la estructura, densidad aparente, color del suelo, temperatura, mejora la permeabilidad del suelo, disminuye la densidad real, reducción de la erosión. En las propiedades químicas da un aumento el CIC, facilita la disponibilidad de nutrientes, formación de compuestos fosfo-húmicos, producción de dióxido de carbono, en las propiedades biológicas nos da un incremento de la actividad microbiana, estímulo de crecimiento en las plantas (Chilon, 1997).

- **Conductividad Eléctrica**

Chilon (1996), menciona que la conductividad eléctrica mide el contenido de sales en el suelo, los que presentan valores menores a 2 (mMhos/cm<sup>3</sup>) no tienen problemas de salinidad, los suelos en los que se produce una acumulación de sales solubles que interfieren el crecimiento y desarrollo de los cultivos se denomina suelo salino.

#### **2.2.5.6. Tiempo de elaboración del bokashi**

El abono orgánico tipo bokashi está listo en 7 a 15 días y para ello durante los primeros cuatro o cinco días de fermentación, hay que voltear el preparado dos veces al día en algunos casos (en la mañana y en la tarde). Luego lo revuelven solamente una vez al día, controlando la altura (un metro y cuarenta centímetros, en lo máximo) y el ancho del montón (hasta dos metros y medio), de manera que sea la propicia para que se dé una buena aireación (Shintani, 2000).

### III. SECCIÓN DIAGNOSTICA

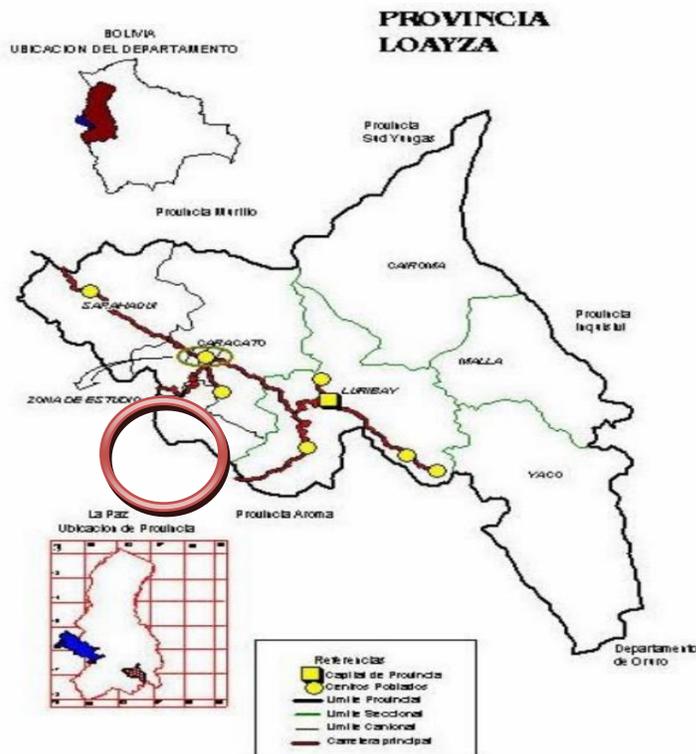
#### 3.1 Materiales y Métodos

##### 3.1.1 Localización y ubicación del área de estudio

El Trabajo se realizó en la provincia Loayza del departamento de La Paz, segunda sección municipal Sapahaqui, cantón Caracato, comunidad El Condado, ubicado aproximadamente 140 km de la sede de gobierno, a una altura de 2200 m.s.n.m. .(G.M.S., 2001)

De acuerdo al meridiano de Greenwich y línea del Ecuador, se encuentra entre los paralelos 16° 52'- 17 °10' Latitud sur y 67° 45' – 68 °00' Longitud Oeste.(G.M.S., 2001)

Figura 2. Croquis de ubicación del estudio



Fuente: COSUDE, INE, MDSP (1999) consultado en Muñoz (2005)

- **Clima**

La región se caracteriza por un clima templado y agradable la mayor parte del año, la sensación térmica, sin embargo el periodo seco predomina abarcando los meses de mayo a noviembre, la época húmeda dura diciembre hasta abril y comienza con la salida de las primeras hojas en los árboles (G.M.S., 2001).

- **Temperatura**

Debido a que en la Estación meteorológica de Sapahaqui no existen datos sobre temperaturas, se han tomado datos de la Estación meteorológica de Luribay, donde presenta una temperatura promedio anual de 18,3° C. Las temperaturas mínimas y máximas promedio fluctúan entre 7,6° C y 29,5° C (SENAMHI 2001).

- **Precipitación**

El Valle de Sapahaqui tiene bien definido el período de lluvias y el período seco, la precipitación promedio (1990 - 2001) es de 389,2 mm, se observó que el promedio mes alto de precipitación se registró en el mes de enero con un promedio de 102,1 mm y el mes seco fue julio con un promedio de 2,2 mm (SENAMHI 2001).

Las mazamorras o deslizamientos y posterior arrastre de material en forma de barro se producen debido a las constantes precipitaciones las cuales saturan de humedad los suelos de las partes altas, produciéndose los deslizamientos de grandes cantidades de suelo. Este es uno de los principales problemas de la zona, porque se produce la erosión de grandes extensiones de suelo afectando los caminos y dañando las plantaciones de frutales y tierras con cultivo (Flores, 2005).

- **Suelos**

Los suelos generalmente son poco profundos a profundos, en pendientes escarpadas a muy escarpadas, pardo grisáceo, pardo oscuro, pardo amarillento, pardo rojizo, franco arenoso a franco arcillosos con grava y piedras, nada a poco desarrollados, fertilidad natural alta a baja, neutros a suavemente alcalinos, cierto predominio de afloramientos rocosos, (Flores, 2005, menciona a GEOBOL, 1985).

- **Vegetación**

Son suelos fértiles, que se encuentran generalmente a la ribera de las zonas, sus tierras son aptas para los diferentes frutales como es el pacay, manzana, durazno, ciruelo, tunas, uvas, pitahaya, granadilla, maracuyá y otras especies. Así mismo las hortalizas se establecen con bastante facilidad, como apio, acelga, tomate, choclos, vainitas, espinacas, albahaca, cebolla, perejil, pepino y para los animales produce la alfalfa. Entre los forestales nativos tenemos, algarrobo, molle, sauce y eucaliptos(G.M.S., 2001) .

- **Actividad pecuaria**

La actividad pecuaria es complementaria a la agricultura. La actividad ganadera está basada en la crianza de corral (gallina, conejo). En relación al manejo del ganado vacuno, es de tipo estabulado, en cambio los ovinos y caprinos son pastoreados en las serranías y terrenos en descanso (G.M.S., 2001).

### **3.1.2. Materiales**

Para el presente trabajo se emplearon los siguientes materiales:

#### **3.1.2.1. Material de campo**

- Picadora de forraje a motor
- Carretilla
- Palas
- Baldes
- Bañador
- Rastrillo
- Carpa
- Costales vacíos
- foco
- cable
- Tanque de agua de 500 lt
- machete
- Nylon
- Picos
- Flexo
- Termómetro
- Higrómetro
- pH-metro
- Tamizador 5 milímetros
- Balanza

### 3.1.2.2. Material biológico

Se utilizó los siguientes materiales:

N.	Materiales biológicos	UNIDAD	CANTIDAD
1	ESTIERCOL DE BOVINO	Kg	240
2	ESTIERCOL DE OVINO	Kg	240
3	ESTIERCOL DE CUY	Kg	240
4	Tierra fértil	Kg	450
5	Carbón vegetal	Kg	45
6	afrecho	Kg	207
7	alfalfa	Kg	180
8	hojarasca seca challa de maíz	Kg	360
9	cal	Kg	18
10	ceniza	Kg	18
11	Melaza	lt	3
12	yogurt	lt	6
13	levadura seca	kg	3.6
14	plátanos maduros	lt	60
15	leche	lt	12
16	Agua aprox.	lt	700

### 3.1.2.3. Material de gabinete

- Cuaderno de apuntes
- Hojas de papel
- Bolígrafos
- Calculadora
- Computadora
- Impresora

### 3.1.3. Metodología

#### 3.1.3.1. Diseño de la Investigación

El presente trabajo se realizó bajo diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones, obteniendo un total de nueve unidades experimentales. La comparación de medias utilizada fue la prueba de rango múltiple tukey al 5% de significancia.

## Modelo lineal aditivo

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Variable de respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$ = Media general

$\alpha_i$ = Efecto del i-ésimo tipo de bokashi

$\varepsilon_{ij}$ = Error experimental

## Tratamientos

Trat.	Detalle
T <sub>1</sub>	Estiércol de ovino (testigo)
T <sub>2</sub>	Estiércol de bovino
T <sub>3</sub>	Estiércol de cuy

## Croquis del experimento



### **3.1.3.2. Procedimiento del Trabajo**

#### **Elaboración del abono orgánico Bokashi**

El abono orgánico bokashi fue elaborado en una superficie de 60m<sup>2</sup> para la preparación se utilizó los siguientes pasos:

##### **a) Preparación del terreno o lugar**

Se procedió a la limpieza y nivelación del terreno para la preparación de los diferentes tratamientos de bokashi.

##### **b) Recolección del material**

Se realizó la recolección de estiércoles de ovino, bovino y cuy, también se realizó la recolección de material vegetal como ser: challa de maíz, alfalfa, apio, hojas de espinaca, acelga, hojarasca secas y plátanos maduros, así también se recolecto otros materiales como ser: carbón vegetal, cal, levadura, tierra fértil, ceniza, leche, yogurt y agua.

##### **c) Picado del material vegetal**

Se realizó el picado de todo el material vegetal recolectado, posteriormente se pelaron y picaron los plátanos maduros empezamos pesar y colocarlos en baldes.

##### **d) Activación de la levadura**

Posterior al picado del material vegetal se realizó la activación de la levadura con agua tibia y mezclamos todos los materiales líquidos como el yogurt, leche, incorporamos a la mezcla la melaza, después usamos agua para poder homogenizar.

## Materiales por cada tratamiento

T1= testigo		
<u>N.</u>	<u>INGREDIENTE</u>	<u>CANTIDAD</u>
1	Estiércol de OVINO	80 kg
2	tierra fértil	50 kg
3	Carbón Vegetal	5 kg
4	afrecho	23 kg
5	alfalfa	20 kg
	hojarascas secas challa de	
6	maíz	40 kg
7	Cal	2 kg
8	ceniza	2 kg
9	Melaza	1 lt.
10	Yogurt	2 lt
11	Levadura seca	400 gr.
12	Agua	30 lt.

T2= tratamiento 1		
<u>N.</u>	<u>INGREDIENTE</u>	<u>CANTIDAD</u>
1	Estiércol de CUY	80 kg
2	tierra fértil	50 kg
3	Carbón Vegetal	10 kg
4	alfalfa, apio, acelga , espinaca	20 kg
5	hojarascas secas , challa de maíz	40 kg
6	afrecho	23 kg
7	cal	2 kg
8	ceniza	2 kg
9	Plátanos maduros	10 kg
10	Leche	2 lt
11	levadura seca	400 gr
12	Agua	30 lt

T3=tratamiento 3		
<u>N.</u>	<u>INGREDIENTE</u>	<u>CANTIDAD</u>
1	Estiércol de BOVINO	80 kg
2	tierra fértil	50 kg
3	Carbón Vegetal	10 kg
4	alfalfa, apio, acelga , espinaca	20 kg
5	hojarascas secas , challa de maíz	40 kg
6	Afrecho	23 kg
7	Cal	2 kg
8	ceniza	2 kg
9	Plátanos maduros	10 kg.
10	Leche	2 lt
11	levadura seca o fresca	400 gr
12	Agua	30 lt

### e) Armado de la pila o montón

Se colocó todos los materiales que corresponda a cada tratamiento como el estiércol de ovino, bovino y cuy, en capas uno sobre otro, hasta formar un montículo.

#### **f) Mezcla de todo el material orgánico**

Se mezcló todos los materiales secos para luego incorporar todos los materiales líquidos con la ayuda de una regadera y palas hasta obtener un producto homogéneo, este mismo procedimiento se realiza en todos los tratamientos.

La mezcla debe alcanzar un 50% de humedad se realizó la prueba del puño, presionamos y debe quedar como una unidad sin desmoronarse y mantener su forma, ni que presente mucho líquido que salga demasía de agua entre los dedos. Se cubre con una carpa y nylon todos los tratamientos cuidando del sol y la lluvia.

#### **g) Temperatura**

Para medir la temperatura se utilizó un geotermómetro durante la evaluación se tomó medidas de 5, 15, 25, centímetros de diferentes profundidades. Al mismo tiempo se tomó medidas de la humedad con un higrómetro y medidas del pH durante la evaluación del desarrollo.

#### **h) Volteos**

Los volteos se realizaron en cuanto presentaron temperaturas mayores a 50% así evitar la disminución de los microorganismos y ayudar a su aeración, los primeros días se realizó 2 veces por día uno en la mañana y otra por la tarde.

#### **i) Muestras para laboratorio**

Las muestras de 3 tratamientos y 3 repeticiones fueron mezcladas por tratamiento y cuarteadas hasta obtener un kilo por tratamiento de bokashi, posteriormente fueron enviadas al laboratorio de LAFASA (Facultad de Agronomía) para el análisis químico.

#### **j) Cosecha**

Una vez que las temperaturas llegan a bajar y lleguen a estabilizarse, el bokashi tiende a tener un color oscuro, un olor a mantillo y una textura suelta para luego utilizar

un tamizador y llevar a laboratorio la cantidad de un kilo por bokashi. Se realizó el pesaje de todos los abonos para saber el beneficio costo de la elaboración.

### **3.1.3.3. Variables de Respuesta**

Las variables de respuesta se midieron en cada unidad experimental y fueron las siguientes:

#### **a) Comportamiento de la temperatura**

Con la ayuda de un geotermómetro se midió la temperatura de los abonos en tres diferentes profundidades (5, 15, 25 cm).

#### **b) Comportamiento de la Humedad**

Se midió con un higrómetro la humedad de los abonos durante su maduración.

#### **c) Comportamiento del pH**

Se midió pH en cada tratamiento con un pHmetro durante el proceso de fermentación.

Se realizan mediante los análisis de laboratorio después de la cosecha los siguientes parámetros:

#### **d) Contenido de N, P, K**

#### **e) Contenido de Carbono orgánico**

#### **f) Relación C/N**

#### **g) Contenido de M.O**

#### **h) Comportamiento de C.E**

#### **i) Rendimiento de la masa del abono**

Se determinó una relación de la masa del producto inicial y el producto final con la ayuda de una balanza.

#### **j) Costos Parciales por tratamiento**

Para el análisis económico del ensayo se empleará el método de evaluación económica propuesta por Perrin, et al (1988).

## IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

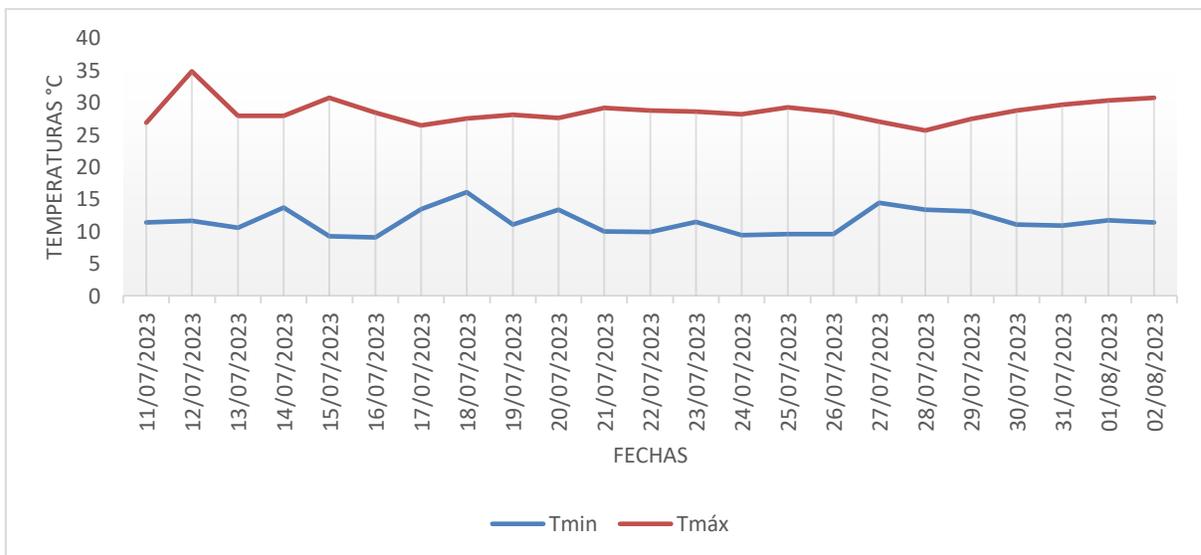
### 4.1. Aspectos propositivos

La tecnología de la producción y uso del abono orgánico denominado bokashi fue introducido a los países centroamericanos desde el Japón, como una tecnología alternativa. La utilización de esta tecnología en nuestro medio permitirá que se reduzcan las fuentes de contaminación que tanto afectan al medio ambiente y en definitiva a la comunidad, la importancia de su uso radica en la provisión continua de nutrientes del suelo a la planta para lograr una producción agrícola sostenible, esto será posible si se retorna al suelo la materia orgánica y los nutrientes que se extraen con las cosechas. Por lo tanto, esta devolución debe realizarse con la aplicación de abonos orgánicos como el bokashi, así lograremos una producción sostenible con buenos rendimientos y promoviendo la agricultura orgánica y el desarrollo de suelos vivos.

### 4.2. Análisis de resultados

#### 4.2.1. Comportamiento de temperatura en la región de El Condado

**Figura 3. Comportamiento de la temperatura en el ambiente**

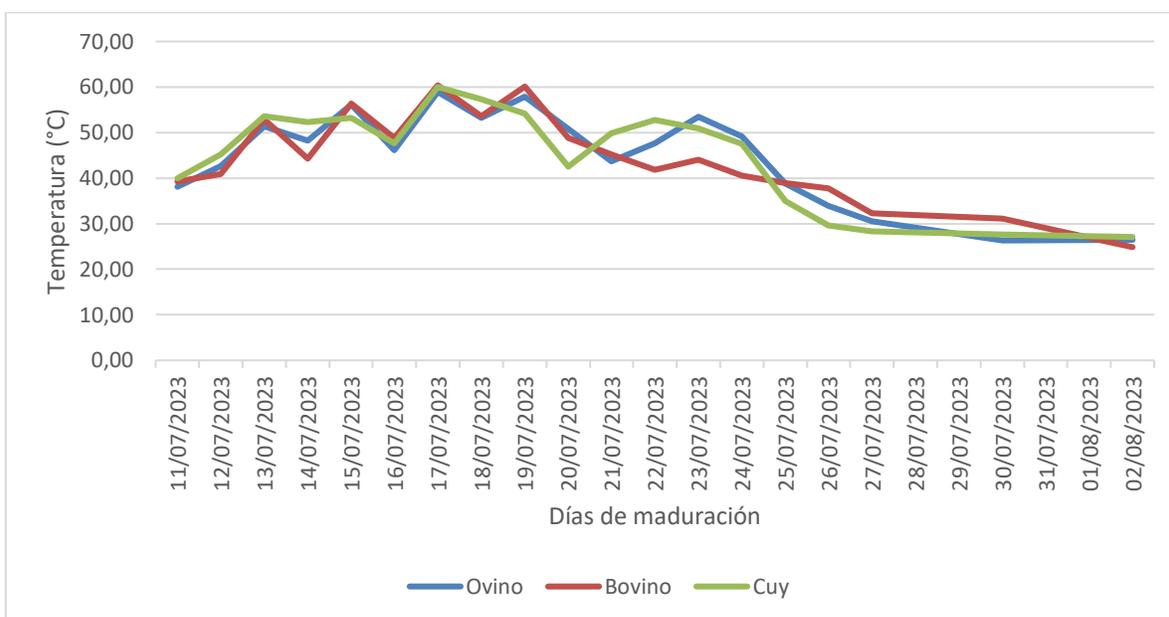


Los datos meteorológicos de la zona fueron registrados por un equipo proporcionado por PROSUCO. La temperatura es un factor físico importante que influye en el proceso de la elaboración del bokashi.

En la figura 3, se puede observar que durante el periodo de la investigación, la temperatura máxima alcanzo a 35 °C en el mes de julio, mientras que la temperatura mínima se registró con un valor de 8°C. Estas temperaturas son típicas de región de valle, las cuales favorecieron el proceso de elaboración del abono bokashi y se llegó a obtener el producto según indica la bibliografía aproximadamente a los 21 días.

#### 4.2.2. Comportamiento de la temperatura en el proceso de obtención del bokashi

**Figura 4. Resultados del comportamiento de la temperatura**



Como se observa en la figura 4, la temperatura en el proceso de elaboración del bokashi fluctúa en altas y bajas temperaturas, un factor muy importante es el comportamiento de la temperatura ya que nos puede indicar el momento de la cosecha cuando esta reduce y se mantiene constante, es así que para el tratamiento de bokashi elaborado con estiércol de cuy 16 días después de su elaboración (26 de julio) el cual manifiesta su punto de cosecha, el bokashi elaborado con estiércol de bovino reduce su temperatura a los 20 días de su elaboración (30 de julio) manifestando su punto de

cosecha y el bokashi elaborado con estiércol de ovino siendo el testigo reduce su temperatura a los 23 días de su elaboración (2 de agosto) tomándole más tiempo para su cosecha con respecto a los demás tratamientos.

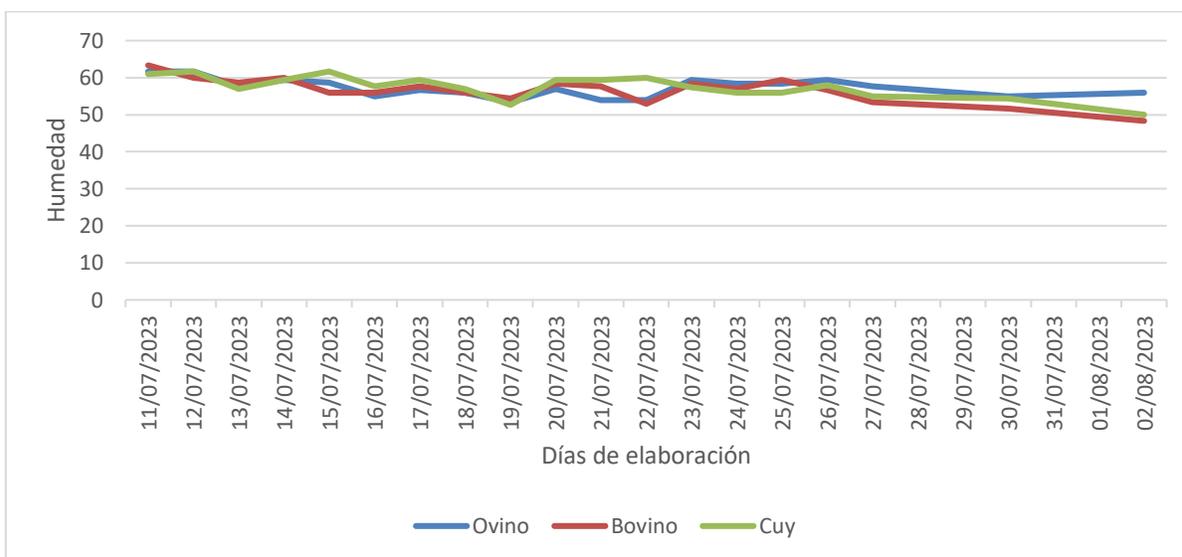
FAO (2005), menciona que, con el transcurso de los días, la temperatura del bokashi disminuye hasta alcanzar una temperatura ambiente entre 19 y 23°C. en cuanto la temperatura haya disminuido y los ingredientes se vean desintegrados y pequeños, el bokashi estará listo para almacenarlo o aplicarlo.

Al respecto, Meledez, et al (2003) citado por Jordán (2020), indica que la temperatura de 45-55°C es buena para la velocidad de descomposición, y la temperatura por debajo de 45°C es beneficiosa para la diversidad de microorganismos y reduce la volatilización del nitrógeno.

Por lo tanto, el comportamiento de la temperatura fue adecuada de acuerdo a la revisión de otros autores, lo que permitió obtener el producto en el tiempo previsto, además este proceso se vio favorecido por la temperatura ambiente de la región.

#### 4.2.3. Comportamiento de la humedad en el proceso de obtención del bokashi

**Figura 5. Resultados del comportamiento de la humedad**



Como se observa en la figura 5, el comportamiento de la humedad entre los distintos tratamientos fue homogéneo. Iniciándose el proceso con 60% de humedad terminando el proceso con 45% de humedad.

El agua es un elemento esencial para el desarrollo de la actividad microbiana y un factor importante en el intercambio gaseoso, a la vez que puede modificar la estructura física del material a comportar y actúa como un eficaz mecanismo de regulación térmica. El contenido en agua óptimo dependerá del tipo de sustrato, y en especial de sus características físicas y tamaño de partícula, pero puede situarse en el intervalo comprendido entre el 50 y el 60% (Gómez, 2001).

Una excesiva humedad tapona los poros y limita el intercambio de gases y el aporte de oxígeno, dando lugar esto último al predominio de las condiciones anaerobias en la masa de compostaje, lo que se traduce en fenómenos de putrefacción, malos olores, etc. (Shintani, 2000).

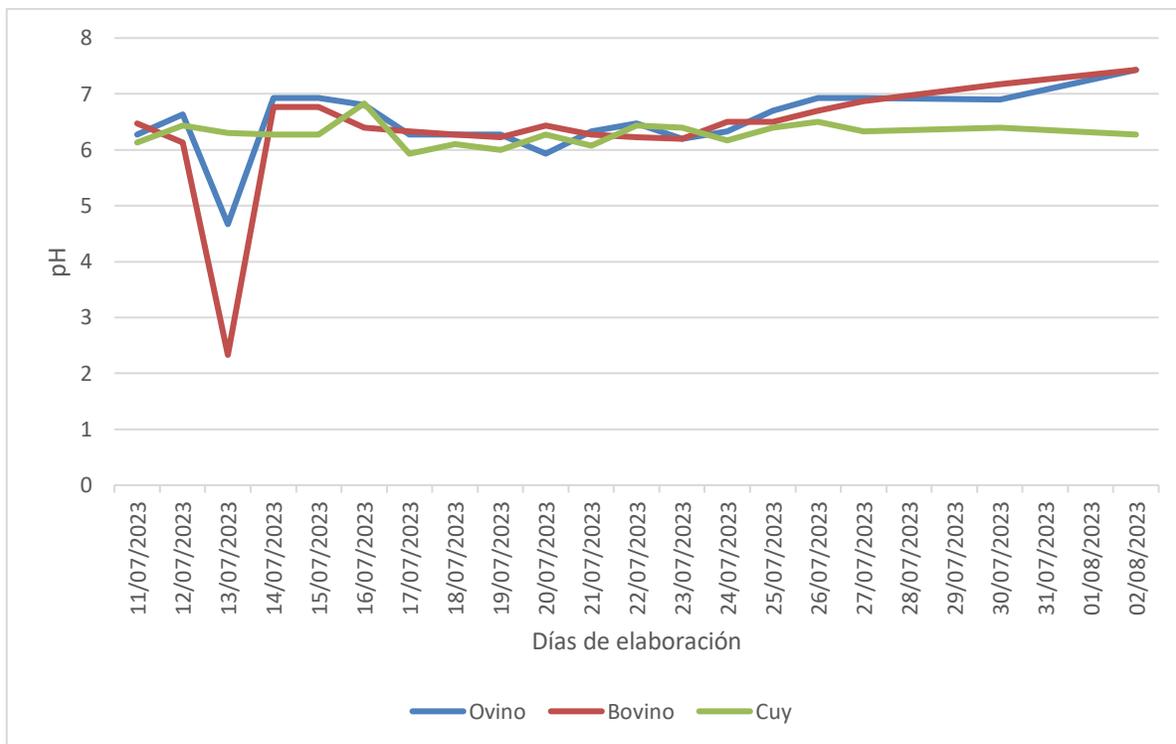
Al respecto, Picado y Añasco (2005), indican que la humedad óptima para el proceso del abono es de un 50 % a un 60 % en relación con el peso de la mezcla. Si está muy seco, la descomposición es muy lenta (disminuye la actividad de los microorganismos). Si está muy húmedo, falta oxígeno y puede haber putrefacción de los materiales, ya que el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico (sin oxígeno).

Por otro lado, Rodríguez (2000), señala que el factor de la humedad determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante todo el proceso de elaboración del bokashi. Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la obtención final del abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación, oscila entre un 50 y un 60 % en el sustrato.

Por lo tanto, el comportamiento de la humedad estuvo dentro los parámetros recomendados por otros autores, por lo que se logró los resultados previstos en el proceso de obtención del bokashi en los diferentes tratamientos.

#### 4.2.4. Comportamiento del pH en el proceso de obtención del bokashi

**Figura 6. Resultados del comportamiento del pH**



Como se observa en la figura 6, el comportamiento del pH durante el transcurso de maduración, se ve que en el tratamiento con estiércol de bovino se registra el dato de 2,33 marcado un valor ácido, siguiéndole a este el pH del tratamiento con estiércol de ovino registrando el dato de 4,67. Al final de la elaboración marcan pH neutros los tres tratamientos.

Al respecto, Rodríguez (2000), indica que al inicio del proceso el pH es ácido por los materiales que se utiliza, luego transcurridos los días el pH tiende a subir de 6 a 7,5, esto es ideal para obtener un buen abono orgánico tipo bokashi, los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales.

Por otro lado, Picado y Añasco (2005), señalan que para la elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscila entre 6 y 7,5 ya que 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.

Por lo tanto, el comportamiento del pH en el ensayo estuvo en el rango previsto según la recomendación de los autores, es así que para finalizar el proceso el pH del producto llegó a los resultados esperados.

#### 4.2.5. Contenido de Nitrógeno en el bokashi según análisis de laboratorio

Tabla 2. *Resultados del contenido de N*

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
<b>Nitrógeno (N)</b>	1.26 %	1.28 %	1.78 %

De acuerdo al resultado físico - químico obtenido por el laboratorio LAFASA se puede observar que el T3 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de cuy es el que tiene el mejor resultado con 1.78% de N, seguido del T1 con 1.26% y finalmente el T2 con 1.28%, se observa que el Nitrógeno obtenido del abono orgánico Bokashi fue superior a 1%, en todos los casos, lo cual nos indica que es una alta concentración de nitrógeno, que aporta a los cultivos.

Al respecto, Chilon (1997), afirma que un porcentaje mayor al 0,2% de nitrógeno está en niveles altos en el suelo y en el cultivo pueden verse favorecidos tanto en su estructura como en el rendimiento mismo del cultivo.

Por otro lado, Vigliola (1992), indica que este nutriente (nitrógeno) influye sobre el momento de cosecha, acelerando la madurez comercial en las hortalizas cuya parte comestible es la vegetativa.

Por su parte, Guerrero (1993), señala que el N es absorbido por las raíces de las plantas, preferentemente en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Los factores que influyen en la absorción de este elemento por parte de la planta son: la especie y el tipo de planta. Sin embargo, un exceso de este elemento provoca un crecimiento

excesivo del follaje, un escaso desarrollo en el sistema radical y un retardo en la formación de flores y frutos.

Por lo tanto, los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango adecuado (0.3-1.5%) del parámetro de caracterización en abonos orgánicos de la FAO (2013), indicando que todos los tratamientos son de calidad.

#### 4.2.6. Contenido de Fosforo en el bokashi según análisis de laboratorio

Tabla 3. *Resultados del contenido de P*

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
<b>Fosforo (P)</b>	0.612 %	1.018 %	0.623 %

De acuerdo al resultado físico - químico obtenido por el laboratorio LAFASA se puede observar que el T2 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de bovino es el que tiene el mejor resultado con 1.018% de P, seguido del T3 con 0.623% y finalmente el T1 con 0.612%, se observa que el Fosforo obtenido del abono orgánico Bokashi fue superior a 0.1%, en todos los casos, lo cual nos indica que es una alta concentración de fosforo, que aporta a los cultivos.

Al respecto, Chilon (1997), afirma que un porcentaje mayor al 0,1% de fosforo es adecuado para abonos orgánicos.

Según la FAO (2013), El fosforo es el segundo nutriente de importancia, interviene en procesos de fotosíntesis, fijación de nitrógeno y favorece al crecimiento de las raíces laterales, sin embargo, la mayor parte del fosforo está en forma no asimilable para las plantas.

Por otro lado, Guerrero (1993), menciona que el fosforo juega un papel importante en el metabolismo energético de la planta. El fosforo también forma parte de otros compuestos como el ácido fítico, importante en la germinación de semillas y en el desarrollo de la raíz.

Por lo tanto, los resultados obtenidos para el contenido de fosforo es muy alto en todos los tratamientos, especialmente en el Tratamiento 2, bokashi elaborado en base a estiércol de vaca.

#### 4.2.7. Contenido de Potasio en el bokashi según análisis de laboratorio

Tabla 4. *Resultados del contenido de K*

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
Fosforo (K)	0.031 %	0.016 %	0.022 %

De acuerdo al resultado físico - químico obtenido por el laboratorio LAFASA se puede observar que el T1 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de ovino es el que tiene el mejor resultado con 0.031% de K, seguido del T3 con 0.022% y finalmente el T2 con 0.016%, se observa que el potasio obtenido del abono orgánico bokashi fue inferior a 0.1%, en todos los casos, lo cual nos indica que se obtuvieron muy bajas concentraciones de Potasio en los diferentes tratamientos.

Al respecto, Rodríguez (2000), indica que el potasio debe tener un rango de 0.1 a 0.4 en abonos orgánicos, con esta concentración el K juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

Matos (1999) mencionado por Huaynoca (2002), nos indica que el potasio se concentra principalmente en los tallos y ápices de crecimiento, gran cantidad de potasio se observa en las plantas cuando una activa división de células y se sintetizan ácidos orgánicos.

Por lo tanto, los resultados obtenidos para el contenido de potasio son muy bajos en todos los tratamientos, especialmente en el Tratamiento 2, bokashi elaborado en base a estiércol de bovino.

#### 4.2.8. Conductividad eléctrica

Tabla 5. *Resultados del contenido de CE*

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
CE (mmhos/cm)	10.06	6.83	7.23

De acuerdo al resultado físico - químico obtenido por el laboratorio LAFASA se puede observar que el T1 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de ovino es el que tiene mayor CE con 10.06 (mmhos/cm), seguido del T3 con 7.23 (mmhos/cm) y finalmente el T2 con 6.83 (mmhos/cm), se observa que la CE obtenidos son mayores a 3 (mmhos/cm) que es el recomendado, por lo cuales muy alto, en todos los casos.

Al respecto, Uruchi (2018), indica que la conductividad eléctrica mide la capacidad que tiene un material para conducir la corriente eléctrica, las soluciones nutritivas contienen partículas que llevan cargas iónicas, por lo tanto, poseen estas habilidades. Cuanto mayor es la cantidad de estos iones disueltos en agua la conductividad eléctrica de la solución resultante es mayor, los valores de conductividad eléctrica en un compost de buena calidad se ubican entre 2 y 4 ms/cm.

Por otro lado, Bueno et al. (2012), señala que el comportamiento de la conductividad eléctrica generalmente aumenta durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes o un descenso, lo que puede deberse a fenómenos de lixiviación en la masa provocados por una humificación excesiva, de la misma sus valores al iniciar y finalizar el proceso no deben superar los 3 ms/cm.

Según Bollo (2001), citado por Pati (2021), señala que es importante hacer notar que un valor superior a 8,0 mmhos/cm en los abonos orgánicos, el cual es un indicador de alta salinidad, causando el peligro de muerte para las plantas. Por lo cual, si se usa el sustrato reduciría el crecimiento de las plantas, causando problemas de marchites y quemadura apical de las hojas, sobre todo si se usa en concentraciones elevadas López et al., (2013).

Por lo tanto, los resultados obtenidos para la variable de Conductividad Eléctrica son muy altos según la recomendación de los autores y posiblemente tengan una gran concentración de sales y se tendría que utilizar en mezclas para la adición en suelos agrícolas.

#### 4.2.9. Materia orgánica

Tabla 6. **Resultados del contenido de MO**

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
MO	31.4%	32.2%	30%

De acuerdo al resultado físico - químico obtenido por el laboratorio LAFASA se puede observar que el T2 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de bovino es el que tiene mayor MO con 32.3%, seguido del T1 con 31.4% y finalmente el T3 con 30%, se observa que el contenido de MO obtenido en los diferentes tratamientos están dentro los parámetros recomendados.

Según Bollo (2001), citado por Pati (2021), señala que la cantidad de materia orgánica presente en un sustrato, aporta a la planta nutrientes (micronutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónico, la capacidad de intercambio aniónico y estabiliza la acidez del suelo. Cabe recalcar que el porcentaje (%) de Materia Orgánica se puede calcular con la fórmula (%M.O.= carbono orgánico x 1.724) solo teniendo el dato de materia orgánica, sin necesidad de realizar laboratorio extra.

Al respecto, FAO (2001), 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 otro lado, Uruchi (2018), indica que la materia orgánica existente en el compost es en forma de humus, y cuando los desechos orgánicos presentan una mayor relación carbono nitrógeno ejercen una influencia directa al final del proceso y esto se refleja en un mayor contenido de materia orgánica. Dentro de los parámetros de calidad para abono orgánico, un buen porcentaje está entre 25 y 50% de MO.

Por lo tanto, los resultados obtenidos para la variable de Contenido de Materia Orgánica, están dentro los parámetros recomendados por los autores en todos los casos cumplen con los parámetros de calidad y buen estado de mineralización de los abonos.

#### 4.2.10. Carbono orgánico

Tabla 7. **Resultados del contenido de CO**

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
CO	17.44%	17.89%	16.67%

De acuerdo al resultado físico - químico obtenido por el laboratorio LAFASA se puede observar que el T2 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de bovino es el que tiene mayor CO con 17.89%, seguido del T1 con 17.44% y finalmente el T3 con 16.67%, se observa que el contenido de CO obtenido en los diferentes tratamientos están dentro los parámetros recomendados.

Al respecto, Rodríguez (2000), señala que el carbono orgánico es un elemento clave para lograr alta calidad de los suelos. Entre sus beneficios esta: mejora la infiltración del agua y es fuente de nutrientes de los cultivos. Sin embargo, cuando se habla de carbono orgánico, nos estamos refiriendo a la materia orgánica presente en el sustrato o suelo. Es un elemento clave para mejorar la estructura del suelo, asimismo ayuda a mejorar el rendimiento de las plantas.

Por otro lado, FAO (2013), indica que el límite permisible de carbono orgánico es de 5 a 15% en compost maduro. Así también, Según Bollo (2001), citado por Pati (2021), afirma que el valor óptimo de CO en abonos orgánicos debe fluctuar entre 8 a 38%.

Por lo tanto, los resultados obtenidos para la variable de contenido de Carbono Orgánica, están dentro los parámetros recomendados por los autores en todos los casos cumplen con los parámetros de calidad y buen estado de mineralización de los abonos.

#### 4.2.11. Relación Carbono/Nitrógeno

Tabla 8. *Resultados de la relación C/N*

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
C/N	14	14	9

De acuerdo al resultado físico - químico obtenido por el laboratorio LAFASA se puede observar que el T1 y T2 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de ovino y bovino respectivamente tienen el mismo valor de relación C/N igual 14 y finalmente el T3 tiene un valor bajo de relación C/N igual a 9, se observa que el contenido de MO obtenido en los diferentes tratamientos están dentro los parámetros recomendados.

Al respecto, Uruchi (2018), señala que La relación C/N (Carbono/Nitrógeno), es un indicador del ritmo de la mineralización de la materia orgánica, es decir la capacidad de producir nitratos. En tanto la relación es una medida del grado de humificación de la materia orgánica incorporada al suelo.

Por otro lado, Rodríguez (2000), indica que durante el proceso de compostaje se produce perdidas de carbono en forma de dióxido de carbono, por lo que la relación Carbono/nitrógeno irá disminuyendo hasta alcanzar un valor de 12 hasta 5 en el producto final, el cual depende del material de partida.

Asimismo, FAO (2013), hace notar que cuando un sustrato se encuentra en equilibrio (C/N =9 a 13), se evita la competencia de nitrógeno entre microorganismo del suelo y los cultivos en el que se desarrollen, por lo cual este es un valor adecuado para los abonos orgánicos.

Por lo tanto, los resultados obtenidos para la variable relación Carbono / Nitrógeno, están dentro los parámetros recomendados por los autores en todos los casos cumplen con los parámetros de calidad y buen estado de mineralización de los abonos.

#### 4.2.12. Rendimiento de la masa del abono

Tabla 9. *Resultados de rendimiento*

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
Peso inicial	410 Kg	428 Kg	428 Kg
Peso final	294 Kg	328 Kg	288 Kg
Rendimiento	72%	76%	67%

De acuerdo al pesado de los insumos iniciales y el producto final, se puede observar que el T2 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de bovino tuvo el mejor rendimiento con 76%, seguido del tratamiento T1 con un rendimiento de 72% y finalmente el T3 tiene un valor bajo de 67% de rendimiento.

Al respecto, Uruchi (2018), indica que la velocidad de pérdida de peso en la elaboración de abonos orgánicos debe ser del 2% diario, siendo el peso final entre el 40 y 50% de la inicial.

Por otro lado, Castillo (2015), para la variable rendimiento de masa de bokashi, obtuvo 36%, utilizando insumos recomendados en el Municipio de El Alto. Por lo tanto, los resultados obtenidos para la variable rendimiento de masa en bokashi, es superior a los otros autores, para todos los tratamientos, destacándose el T2 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de bovino tuvo el mejor rendimiento con 76%.

#### 4.2.13. Costos parciales por tratamiento

Tabla 10. *Resultados de los costos parciales*

PARÁMETRO	T1 (Estiércol de ovino)	T2 (Estiércol de bovino)	T3 (Estiércol de cuy)
COSTO TOTAL	457 Bs.	450 Bs.	450 Bs.
BN	1475 Bs.	1640 Bs.	1440 Bs.
BB	1015 Bs.	1193 Bs.	990 Bs.
B/C	2.2	2.6	2.2

Según los precios de la Estación Experimental Patacamaya el precio de venta es de Bs. 5, este dato, se tomó como referencia para el cálculo del benéfico neto.

Para los costos parciales basados en la metodología de Perrin, et al (1988), como muestra la figura 14, El mejor beneficio costo se obtiene con el tratamiento T2 que corresponde al bokashi elaborado con estiércol de bovino con el cual se obtiene un valor de 2.6, seguido de los otros 2 tratamientos con un valor de 2.2.

Por lo tanto, todos los tratamientos son rentables de acuerdo al valor de beneficio costo, por lo que se recomienda la producción de bokashi, para reducir los costos de producción de los diferentes cultivos.

## V. SECCIÓN CONCLUSIVA

### 5.1. Conclusiones

- Luego del trabajo en campo se puede concluir indicando que a comparación del compost convencional el bokashi es una buena alternativa como abono orgánico por su proceso y obtención en un menor tiempo bajo condiciones climáticas de la comunidad El Condado de la provincia Loayza, según las normas de calidad recomendado por los autores, por lo tanto, la investigación aporta la información adecuada para replicar esta práctica en la región.
- Las variables evaluadas para el proceso de elaboración del bokashi, en todos los tratamientos son similares, llegándose a la conclusión de que se puede elaborar el abono bokashi en 21 días, como indica la teoría, para la variable de rendimiento en masa del abono el T2 es el que mejor resultado presento con los siguientes parámetros evaluados: P =0.016 %, N = 1.28%, P = 1.018 %,CO= 17,89%,MO= 32.2 %, CE= 6,83 mmhos/cm
- Para las variables evaluadas en laboratorio, en todos los casos los tratamientos presentaron resultados similares, cumpliéndose con los parámetros de calidad recomendados. Sin embargo, para la variable CE, en todos los casos se observó que el abono orgánico bokashi tiene una alta concentración de sales.
- Para los costos parciales por tratamiento, se destaca el tratamiento 2, que corresponde a la elaboración de bokashi con estiércol bovino, con el cual se obtiene el mejor B/C con un valor de 2.6, sin embargo, todos los tratamientos son rentables.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda elaborar el abono bokashi con otras fuentes de estiércol, con otros tipos de material vegetal así obtener y comparar otro tipo de resultados.
- Se recomienda utilizar el bokashi en los diferentes cultivos agrícolas de la región, ya que este abono presenta importantes propiedades para la fertilidad del suelo y nutrición de las plantas.
- Se recomienda realizar y evaluar más estudios en diferentes regiones para la elaboración de abono bokashi.
- Se recomienda, trabajar con otros tipos de abonos orgánicos en la región, ya puede ser también un aporte importante para una producción sostenible.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Balta-Crisólogo, R. A., RODRÍGUEZ-DEL CASTILLO, Á. M., GUERRERO-ABAD, R., Cachique, D., Edín, A. P., ARÉVALO-LÓPEZ, L., & Oscar, L. O. L. I. (2015). Absorción y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en suelos ácidos, San Martín, Perú. *Folia Amazónica*, 24(2), 23-30.
- Barrera-Cobos, O. A., & Sáenz-Vélez, M. (2017). El aprovechamiento del nitrógeno por la planta con tecnología N-HIB®. *Revista Ingenio*, 12(1), 85-99.
- Beltrán-Morales, F. A.-G.-C.-E.-D.-J.-A. (2019). Contenido inorgánico de nitrógeno, fósforo y potasio de abonos de origen natural para su uso en agricultura orgánica. *Scielo*, 371-378.
- Betancur, G. C. (2022), agricultura orgánica como alternativa de desarrollo para el departamento Antioquia. *Un enfoque desde la perspectiva de las alianzas estratégicas*. Bachelor's thesis, Escuela de Economía , Administración de Negocios . Facultad de Negocios Internacionales, Antioquia.
- Brechelt, A. (2004). *Manejo Ecológico del Suelo*. Recuperado el 30 de 9 de 2023, de HIVOS, SSNC Fondo de biodiversidad: [http://www.rapal.org/articulosfiles/Manejo ecologico del suelo.pdf](http://www.rapal.org/articulosfiles/Manejo%20ecologico%20del%20suelo.pdf).
- Bueno, M. y DIAZ, B. J., (2012). Factores que afectan el proceso de Compostaje. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química orgánica. Universidad de Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. Campus El Carmen. 21071. Huelva. p.120.
- C.P.E. Constitución Política del Estado Plurinacional. La Paz Bolivia: C.J. Ibañez.
- Carrasco Choque, F., & Sanchez Castro, J. d. (2020). Factores de adopción de agricultura orgánica en la región de Piura 2020. *Semestre Económico*, 9 (1), 59.
- CASTILLO, J., (2015). Abonos orgánicos líquidos en el crecimiento de las plantas de café en la Provincia de Caranavi. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía, La Paz- Bolivia. p. 105.
- Céspedes L., C. (2019). Elaboración Bokashi. *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS INIA RAIHUÉN, - SUELOS NRO 42, 1*.
- Chilon, E, C. (1996). Edafología. *Prácticas de campo y laboratorio*. Publicaciones Phawañani. La Paz – Bolivia.

Chilón, E.C. (1997). CHILON, E., 1997. *Fertilidad de suelos y nutrición de plantas*. Edición CIDAT. La Paz –Bolivia. p. 185.

Coral, Susana Escandón y Paul. 2010. *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Ecuador: Nancy Puentes Figueroa (FONAG), 2010.

FAO. 1990. Primer Seminario Nacional sobre Fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia. CIAT – IBTA. Santa Cruz – Bolivia.

FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Santiago de Chile. (En línea) <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación), 2005. *Manual técnico “La huerta hidropónica popular” de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO)*. (En línea) [http://www.veterinaria.uchile.cl/mundogranja2005/proyectos/integrando\\_ciencias/archivos/MANUAL\\_HIDROPONÍA.pdf](http://www.veterinaria.uchile.cl/mundogranja2005/proyectos/integrando_ciencias/archivos/MANUAL_HIDROPONÍA.pdf)

Flores Conde, O. E. (2005) *Evaluación del riego tradicional respecto a la salinidad en la comunidad de Maca Maca (Provincia Loayza Departamento de La Paz)*. U.M.S.A. Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia.

FONCODES. (2010). Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social. “Mi chacra productiva”. Apurímac, Perú.: Manual de Capacitación Práctico.

G.M.S. (2001). *Plan De Desarrollo Municipal de Sapahaqui*. La Paz.

GACETA OFICIAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA. (2006). Recuperado el 28 de 9 de 2023, de <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/edicions/buscar/2006>.

Garro Alfaro, J. E. (2016). *El suelo y Abonos Orgánicos*. San José, Costa Rica: INTA

Guerrero, G. A., 1993. *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. Editorial Mundi Prensa, p. 10, 25, 48.

Helguero, A., Bustillos, L., & Herani, J. (julio de 2018). *Obtención de biogás mediante la fermentación anaerobia de estiércol*. *Revista Estudiantil AGRO VET*, 186.

Gómez,F., (2001). *Evaluación del Bokashi como sustrato para semilleros en la región atlántica de Costa Rica*. *Escuela de Agricultura de la Región Trópico, Húmeda*. Costa Rica. p. 16.

INIA – UNA, XVII D. 1998 Lambayeque, PeruPeruano c. “*Evaluación de la vida productiva de cuy (cavis porcellus) hembra en sus cuatro partos*” Tesis Ingeniería Zootecnista UNA

Jordán, F. D., & Pizarro, M. Z. Elaboración de abono tipo bokashi a partir de. *Elaboración tipo Bokashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria*. FACULTAD DE INGENIERÍA; Escuela Académico Profesional Ingeniería de Ambiental, Arequipa, Perú.

López, C. Ruedas, R. Sañudo, R. Armenta, C. Herrán, J. (2013). Influencia de diferentes sustratos orgánicos en la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). *Revista Tecnociencia Chihuahua*. Vol. VII N°2. Recuperado de: <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/662>

López, E. 2018 Evaluación de materia orgánica para su cultivo bajo las condiciones de macrotúnel. Razón Pública. [http://cunori.edu.gt/descargas/InformeFinal\\_TomateMateriaOrganica\\_EduardoBenjamin.pdf](http://cunori.edu.gt/descargas/InformeFinal_TomateMateriaOrganica_EduardoBenjamin.pdf)

Muñoz, L. P. 2005. *Identificación y caracterización de los sistemas agroforestales en el cantón Caracato del municipio de Sapahaqui, La Paz*. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia.

Mora, R. F. (2015). *Elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales*. Tesis. Licenciado agrónomo. Ecuador.

Mujica, K., Domínguez, L., & Santiago, P. (2020). Metodología basada en el modelo SCOR para analizar el proceso de producción de abono orgánico en lombricultivos. *Revista Colombiana de tecnologías de avanzada*, 173-183.

Pantoja, R. (2014). *Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el cultivo del Brócoli zona de huaca*. Provincia Carchi- Ecuador.

Paredes, I. M. (2018) *Efecto de tres niveles de fertilización orgánica en bokashi y dos tratamientos pre germinativos en ciprés (Cupressus sempervirens L.) en vivero*. UMSA. Facultad de Agronomía, tesis licenciatura, La Paz Bolivia.

Pati, L. A. (2021). Transformación de residuos biodegradables de la industria cervecera mediante la lombricultura en el municipio de Viacha del Departamento de La Paz. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés UMSA. La Paz Bolivia.

Perrin, R., 1988. Formulación de recomendaciones a partir evaluación económica. Centro Internacional del Maíz y Trigo (CIMMYT). Ediciones Las Américas. México.

Picado, J., & Añasco, A. (2005). Preparación y uso de abonos orgánicos Sólidos y líquidos. *Unidad de capacitación CEDECO*, 65.

Ramírez, R., 2000. Evaluación de la aplicación del abono tipo bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de marinilla, Antioquia. (En línea). Medellín CO. Universidad Nacional de Colombia-Medellín. Disponible en <http://www.unalmed.edu.co>.

Ramos Aguerl, D., & C.Elien, T. A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Scielo*, 35 (4).

Restrepo, J. 2001. *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y Biofertilizantes Foliares*. San Jose Costa Rica: Instituto Interamericano de la Cooperación de agricultura IICA.

Restrepo, J., 2007. El ABC de la Agricultura orgánica y harina de rocas, 1ª ed.- Managua: SIMAS. p. 22-26

SENAMHI, (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2001. Boletín agrometeorológico de la región de Luribay, departamento de agrometeorología. La Paz, BO. 6p.

Shintani, M. 2000. *Experiencias y tecnologías en el uso de desechos sólidos para la agricultura*. Consultado 12nov 2023. Limón. CR. EARTH.

Siquilanda. 2006. En *AGRICULTURA ORGANICA, Agricultura tecnología del futuro* (pág. 654). Quito Ecuador: ABYA.

Uruchi, A. (2018). *Evaluación de tres fuentes de sustratos en la producción de humus de lombriz roja (Eisenia foetida) en el Cantón Santiago de LLallagua Comunidad Juiracollo, Provincia Aroma Departamento de La Paz*. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés UMSA. La Paz Bolivia.

Huaynoqa.C., 2002. *Evaluación del comportamiento de producción de humus de lombriz roja californiana (Eisenia Foetida) bajo 6 sustratos de alimentación en la localidad de Corico*. Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

Vigliola, M., 1992. Manual de horticultura. Editorial, Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina. p. 81-89

# ANEXOS

## Anexo 1. Preparación del terreno



## Acopio de agua



**Anexo 2. Recolección de material para la elaboración de Bokashi**



**Anexo 3. Mezcla del material para la elaboración del Bokashi**



**Anexo 4. Volteo del bokashi**



## Anexo 5. Toma de datos de temperatura, ph y humedad



## Anexo 6. Cosecha de abono bokashi y selección de muestra para laboratorio



**Muestras para laboratorio**



## Anexo 7. Detalle de costos para la elaboración del Bokashi

N.	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	ESTIERCOL DE BOVINO	Kg	240	1.5	360
2	ESTIERCOL DE OVINO	Kg	240	1.5	360
3	ESTIERCOL DE CUY	Kg	240	1.5	360
4	Tierra fértil	Kg	450		0
5	Carbón vegetal	Kg	45	2	90
6	afrecho	Kg	207	2.1	434.7
7	alfalfa	Kg	180	0.5	90
8	hojarascas secas challa de maíz	Kg	360	0.5	180
9	cal	Kg	18	1	18
10	ceniza	Kg	18	0.5	9
11	Melaza	lt	3	10	30
12	yogurt	lt	6	9	54
13	levadura seca	KG	3.6	8	28.8
14	plátanos maduros	KG	60	0.5	30
15	leche	lt	12	5	60
16	Jornales		7	80	560
	TOTAL GASTOS				2664.5

## Anexo 8. Peso de cosecha por cada tratamiento

COSECHA					
TRAT 1-OVEJA	294	TRAT -2 BOVINO	328.5	TRAT - 3- CUY	288
TRAT 1-OVEJA	292	TRAT -2- BOVINO	327	TRAT - 3- CUY	289.5
TRAT 1-OVEJA	296.5	TRAT -2- BOVINO	330	TRAT - 3- CUY	286.5
PESO TOTAL Kg.	<b>882.5</b>		<b>985.5</b>		<b>864</b>

## Anexo 9. Datos de pH por Tratamiento

DATOS DE pH DE LOS TRATAMIENTOS									
FECHA	OVINO			BOVINO			CUY		
	O-1	O-2	O-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
11/07/2023	6.6	6	6.2	6.5	6.5	6.4	6.2	6	6.2
12/07/2023	6.5	6.7	6.7	6.3	6.3	5.8	6.5	6.8	6
13/07/2023	3.5	3.5	7	3	2	2	6.5	6.2	6.2
14/07/2023	7	6.8	7	7	6.8	6.5	6.5	6	6.3
15/07/2023	7	6.8	7	7	6.8	6.5	6.5	6	6.3
16/07/2023	6.8	6.8	6.8	6.3	6.5	6.4	6.5	7	7
17/07/2023	6	6	6.8	6.5	6	6.5	6	5.8	6
18/07/2023	6	6	6.8	6.2	6.2	6.4	6.5	5.8	6
19/07/2023	6	6	6.8	6.2	6.5	6	6	6	6
20/07/2023	6	5.8	6	6.5	6.2	6.6	6.2	6.1	6.5
21/07/2023	6.2	6.3	6.5	6.3	6	6.5	6.2	6	6
22/07/2023	6.7	6.2	6.5		6.2	6.2	6.6	6.2	6.5
23/07/2023	6.1	6	6.5	6.1	6.5	6	6.2	6.5	6.5
24/07/2023	6.7	6	6.3	6.5	6.4	6.6	6.1	6.2	6.2
25/07/2023	6.5	6.8	6.8	6.5	6.2	6.8	6.5	6.5	6.2
26/07/2023	6.8	7	7	6.8	6.5	6.8	6.8	6.2	6.5
27/07/2023	7	6.8	7	6.8	6.8	7	6	6.5	6.5
30/07/2023	7	6.8	6.9	7	7.5	7	6.5	6.2	6.5
02/07/2023	7.6	7.5	7.2	7.6	7.2	7.5	6.3	6.4	6.1

## Anexo 10. Datos de Humedad y Temperatura por Tratamiento

HUMEDAD DE LOS ABONOS									
FECHA	OVINO			BOVINO			CUY		
	O-1	O-2	O-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
11/07/2023	65	60	60	65	60	65	58	65	60
12/07/2023	65	60	60	60	55	65	60	65	60
13/07/2023	60	55	58	60	58	58	58	55	58
14/07/2023	58	60	60	60	60	60	60	58	60
15/07/2023	60	58	58	55	58	55	60	65	60
16/07/2023	60	55	50	55	58	55	55	60	58
17/07/2023	55	55	60	55	58	60	60	58	60
18/07/2023	60	50	58	55	55	58	58	55	58
19/07/2023	55	50	55	50	58	55	50	50	58
20/07/2023	58	55	58	60	55	60	60	60	58
21/07/2023	55	52	55	60	58	55	60	58	60
22/07/2023	55	52	55	52	52	55	60	60	60
23/07/2023	58	60	60	65	50	60	65	52	55
24/07/2023	55	60	60	58	58	55	55	55	58
25/07/2023	55	60	60	58	60	60	58	55	55
26/07/2023	60	58	60	55	60	55	58	58	58
27/07/2023	60	55	58	55	55	50	50	55	60
30/07/2023	55	50	60	55	50	50	50	58	55
02/07/2023	55	58	55	50	50	45	45	55	50

TEMPERATURAS EN DIFERENTES PROFUNDIDADES 25,15,5

FECHA	TEMP.	OVINO			BOVINO			CUY		
		O-1	O-2	O-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3
11/07/2023	Tem-1	35,1	41,5	42	33	45,2	36	37,9	43,9	36,9
	Tem-2	38,1	40,2	38	35	47	38	40	45,6	33,6
	Tem-3	31,8	39	37	36	44	39	42,2	44,8	34,5
12/07/2023	Tem-1	42,9	42,3	40,1	43,3	44,3	35,5	49,5	45,9	36,9
	Tem-2	44,8	41,8	40,3	46,9	46,6	33,1	50,1	47,2	40,6
	Tem-3	42,4	43,8	45,8	44,5	43,9	29,9	51,3	45,3	40,1
13/07/2023	Tem-1	50,6	52,8	48,7	56,2	52,9	53,1	54,1	46,2	53,5
	Tem-2	54,8	59,8	46,6	55,9	51,3	52,2	58,1	48,3	61,1
	Tem-3	51,6	51,6	45,7	54	50	50,3	55,3	43,1	62
14/07/2023	Tem-1	49,1	47,6	43,6	45,6	42	45,5	49,1	55,5	43,5
	Tem-2	50,1	49,9	46,6	45,5	45,6	48	49,2	58,9	51,8
	Tem-3	51	49,3	47,1	43,1	46,1	37	52,5	59	50,9
15/07/2023	Tem-1	55,7	57,6	55,6	53,8	51,2	59,9	53,5	54,6	54,1
	Tem-2	55,1	57,2	57,2	52,2	58,3	60	53,1	53,2	54
	Tem-3	54	56,6	56,6	52	58,8	61,5	51	52,1	53
16/07/2023	Tem-1	45,4	45,2	45,1	47,3	47,8	49,2	52,5	42,7	46,4
	Tem-2	45,6	47,4	48,6	47,4	51,7	49,6	55	41,8	48,2
	Tem-3	44,8	487	44,7	44	53,3	48,9	53,5	39,8	48,6
17/07/2023	Tem-1	53,8	58,5	57,2	56,3	61,8	62,5	57,9	58,8	59,5
	Tem-2	58,8	61,1	61,1	59,1	62,3	61,3	61,3	59,1	60
	Tem-3	57,1	61,2	61,4	58,9	60,3	60,8	60,8	61	61,6
18/07/2023	Tem-1	54,1	60	50,8	54,8	50,1	62,5	53,8	58,8	59,5
	Tem-2	54,3	55,5	51	49,9	49,2	61,3	52,1	59,1	60,1
	Tem-3	49,8	52,5	51,1	47,3	47,3	60	50,1	61	61,6
19/07/2023	Tem-1	54,7	60,3	54,7	56,5	62,4	60,1	53,8	54,1	61,6
	Tem-2	57,2	58,6	60,3	61,6	60,1	60,5	52,1	55,7	60
	Tem-3	60,1	54	61,3	61,4	59,9	58	50,5	46,2	53,5
20/07/2023	Tem-1	54,3	42,5	53,9	52,6	47,1	51	41,1	42,1	41,7
	Tem-2	50,1	50,1	57,7	48,8	46,9	56,8	44,8	43,1	46,9
	Tem-3	46,6	46,6	55	47,5	46	42,6	40,1	40	43
21/07/2023	Tem-1	41,5	43,3	50,5	49	50,1	51	45,6	42,5	55,2
	Tem-2	38	45	49	46,9	44,6	45,6	50,1	50,5	57
	Tem-3	36,5	43,2	46,5	43,1	40,9	35,9	46	50,1	52
22/07/2023	Tem-1	45,7	50,1	51,2	42	49	47,2	55	55,1	48
	Tem-2	50,2	52,3	50	38	43,3	43,1	56,2	50,2	60
	Tem-3	44,1	40	45	33	41	40,3	49	45,3	56
23/07/2023	Tem-1	55,7	58,5	55,6	45,9	45,1	45,6	52	51,1	53,3
	Tem-2	54	59,1	50,3	40,8	45,6	51,4	56,1	50	50,1
	Tem-3	50,2	49	49	35,9	40,3	46	51	49	45
24/07/2023	Tem-1	52,5	51,7	48,1	47,4	42,1	40,5	49,6	50	49,7
	Tem-2	50,7	50	47	45,5	40	42,1	48,3	47	47,3
	Tem-3	49	48,5	45	42,1	30,5	34,2	47,2	45	44,1
25/07/2003	Tem-1	46,2	48,2	45,8	43,6	41,1	42,1	35,6	35,5	41
	Tem-2	36,2	39,9	38,1	35,5	40,5	42,6	34,9	33,1	42,5
	Tem-3	30,6	34	30,2	33	36,2	35,6	26,5	31,1	33,9
26/07/2003	Tem-1	32	34,2	43,3	40,1	40,3	38,5	43,6	32,5	37,5
	Tem-2	30,1	33,9	38,9	39,7	39,1	37,5	28,3	24,2	30,1
	Tem-3	25,4	30,7	36,2	34,6	34,2	35,4	25,2	23	22
27/07/2003	Tem-1	30,8	28,7	35,1	35,3	35,8	30,1	30,42	30,5	31,2
	Tem-2	28,8	28,2	33,2	36,7	38	28,5	31	24	30,1
	Tem-3	29,6	27,1	33	32,5	26,8	26,8	26,2	22	29
30/07/2003	Tem-1	29,8	27,3	33	34,5	33,2	29,3	29,28	28,3	28,6
	Tem-2	27,5	25,1	21,7	33,4	29,4	28,1	28,3	27,1	27,5
	Tem-3	25,1	22,3	25	32,1	32,6	27,1	27,1	26	26,4
02/08/2003	Tem-1	29	27,3	28,3	28,8	26,5	25,3	30,5	28,3	27,5
	Tem-2	26,2	29,2	24,5	25,7	25,4	24,2	29,8	27,6	25,4
	Tem-3	27,3	22,5	24	22,6	23	22,1	25,5	25	24,1

## Anexo 11. Análisis de Laboratorio



**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°LAF MO-1

ANÁLISIS QUÍMICO DE MATERIAL ORGÁNICO

<b>INTERESADO:</b>	<b>ELIZABETH ILLANES</b>
<b>ANALISTA DE LAB.:</b>	Ing. Elizabeth Yujra Ticona
<b>SOLICITUD:</b>	LAF MO-1
<b>FECHA DE ENTREGA:</b>	06/10/2023
<b>RESPONSABLE DE MUESTREO</b>	ELIZABETH ILLANES
<b>PROCEDENCIA:</b>	Departamento La Paz Municipio Sapahaqui Provincia Loayza Comunidad El Condado Bocashi de ovino

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	10.06	Potenciometría
Potasio	%	0.031	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.26	Kjendahl
Materia orgánica	%	31.4	Calcinación
Carbono Orgánico	%	17.44	Calcinación
Fósforo total	%	0.612	Espectrofotometría UV-Visible

- \* El informe de laboratorio es válido si se prestan las firmas y sellos correspondientes
- \* En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable para la representatividad, ni la preservación de la muestra
- \* Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio

  
 Ing. Elizabeth Yujra Ticona  
 ANALISTA FÍSICOQUÍMICO  
 DE SUELOS, AGUAS Y VEGETALES  
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA



  
 Ing. Roberto Miranda C. Ph.D.  
 RESPONSABLE  
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA

**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°LAF MO-2

**ANÁLISIS QUÍMICO DE MATERIAL ORGÁNICO**

**INTERESADO:** ELIZABETH ILLANES  
**ANALISTA DE LAB.:** Ing. Elizabeth Yujra Ticona  
**SOLICITUD:** LAF MO-2  
**FECHA DE ENTREGA:** 02/10/2023  
**RESPONSABLE DE MUESTREO:** ELIZABETH ILLANES  
**PROCEDENCIA:** Departamento La Paz  
Municipio Sapahaquí  
Provincia Loayza  
Comunidad El Condado  
Bocashi de bovino

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	6.83	Potenciometría
Potasio	%	0.016	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.28	Kjendahl
Materia orgánica	%	32.2	Calcinación
Carbono Orgánico	%	17.89	Calcinación
Fósforo disponible	%	1.018	Espectrofotometría UV-Visible

- \* El informe de laboratorio es válido si se prestan las firmas y sellos correspondientes
- \* En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable para la representatividad, ni la preservación de la muestra
- \* Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio

  
Ing. Elizabeth Yujra Ticona  
ANALISTA FÍSICOQUÍMICO  
DE SUELOS, AGUAS Y VEGETALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA



  
Ing. Roberto Miranda C. Ph.D.  
RESPONSABLE  
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA

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°LAF MO-3

**ANÁLISIS QUÍMICO DE MATERIAL ORGÁNICO**

**INTERESADO:** ELIZABETH ILLANES  
**ANALISTA DE LAB.:** Ing. Elizabeth Yujra Ticona  
**SOLICITUD:** LAF MO-3  
**FECHA DE ENTREGA:** 02/10/2023  
**RESPONSABLE DE MUESTREO:** ELIZABETH ILLANES  
**PROCEDENCIA:** Departamento La Paz  
Municipio Sapahaquí  
Provincia Loayza  
Comunidad El Condado  
Bocashi de cuy

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	7.23	Potenciometría
Potasio	%	0.022	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	1.78	Kjendahl
Materia orgánica	%	30	Calcinación
Carbono Orgánico	%	16.67	Calcinación
Fósforo total	%	0.623	Espectrofotometría UV-Visible

- \* El informe de laboratorio es válido si se prestan las firmas y sellos correspondientes
- \* En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable para la representatividad, ni la preservación de la muestra
- \* Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio

  
Ing. Elizabeth Yujra Ticona  
ANALISTA FÍSICOQUÍMICO  
DE SUELOS, AGUAS Y VEGETALES  
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA



  
Ing. Roberto Miranda C. Ph.D.  
RESPONSABLE  
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA

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