

Universidad de el salvador

Facultad de Ciencias Agronómicas

Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente



**Título:**

Elaboración de abono orgánico a partir de residuos sólidos producidos de ganado vacuno, aves ponedoras y otros disponibles de la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

**Presenta:**

Fatima Vanessa Ramos Luna

**Presentada como requisito para obtener el  
Título de Ingeniero Agroindustrial**

San Salvador, El Salvador, Centro América, Febrero 2022

---

Esta investigación fue realizada bajo la dirección del Tutor asignado por el departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, ha sido aprobada por el Tribunal Evaluador respectivo, como requisito para obtener el Título de

Ingeniero Agroindustrial.

Comité de Tesina

Ing. Carlos Alberto Aguirre

Título y nombre completo

Tutor de Tesina

Ing. M. Sc. José Mauricio Tejada Ascencio

Título y nombre completo

Co- Tutor de la Tesina

Ing. M. Sc. José Mauricio Tejada Ascencio

Jefe Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

Ing. Agr. M. Sc. Nelson Bernabé Granados

Coordinador de Procesos de Graduación

Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente

---

## **Dedicatoria.**

Primeramente, le dedico este logro a Dios ya que gracias a él es posible lograr este escalón más en mi vida.

En especial agradezco a mis padres que me dieron la vida quienes me guiaron por un buen camino quienes me ayudaron y nunca me dejaron solo. Este título de Ingeniero Agroindustrial le dedico a mis Padres, mi hermano, a mi primo, a toda mi familia, y mis ángeles especiales ya que ellos sabrán valorar y apreciar los frutos alcanzados.

## **Agradecimientos.**

Agradezco a Dios que su bendición y amor estuvo conmigo en todo el proceso dándome esas fuerzas para seguir y no desistir en el camino.

Durante el proceso y desarrollo de la investigación, ha atravesado un significado de mayor importancia, el valor y entusiasmo para formar parte de lo profesional. En el lapso del tiempo me he encontrado con personas de alguna manera han formado parte de la motivación y es el esfuerzo humano en la conducción de la investigación, a quienes se brinda un profundo agradecimiento.

A los docentes y asesores que con sus conocimientos profesionales ha sido de importancia para que este trabajo salga de la mejor manera. De tal manera la gratitud merecida a los maestros docentes universitarios y al personal administrativo de la Universidad, quienes apoyaron para ser posible la culminación de la carrera de Ingeniería Agroindustria.

A todas las personas mencionadas manifestarles un fraterno agradecimiento.

## ÍNDICE GENERAL

1	Introducción .....	2
2	Planteamiento del problema y justificación. ....	3
3	Objetivos .....	5
3.1	Objetivo General. ....	5
3.2	Objetivos Específicos.....	5
4	Estado del Arte.....	6
5	Revisión bibliográfica. ....	8
5.1	Residuos Orgánicos.....	8
5.2	Residuo avícola. ....	8
5.3	Abonos orgánicos.....	9
5.4	Ingredientes que se utilizan para la elaboración de abono orgánico. ....	10
5.5	Beneficios de la fertilización orgánica .....	11
5.6	Ventajas de los abonos orgánicos.....	11
5.7	desventajas: .....	11
5.8	Abono orgánico fermentado tipo Bocashi.....	12
5.9	Ingredientes básicos para la elaboración de abono orgánico.....	12
5.10	Tipos de abonos orgánicos. ....	13
5.11	Ejemplos de elaboración de abono tipo Bocachi.....	15
5.12	Cálculos para determinar las proporciones a utilizar para elaborar un abono fermentado tipo bocashi.....	16
5.13	Factores a considerar para la elaboración del abono tipo bocashi.....	18
5.14	Periodo de almacenamiento y efectividad de un Bocashi. ....	18
5.15	Método de elaboración por estiba. ....	19
5.16	Resultados de análisis de nutrientes de otros bochachis .....	20
5.17	Ventajas y desventajas de los bocashis. ....	21
5.18	Costos de elaboración de bocashi.....	22
6	Metodología. ....	24
6.1	Descripción del estudio .....	24
6.2	TIPO DE INVESTIGACION.....	24
6.3	Identificación de los desechos y su estado de la Estación Experimental. ....	24
6.4	Condiciones e infraestructura y volúmenes de material producido.....	25
6.5	Metodología de campo.....	25
6.5.1	Proceso de elaboración de abono tipo bocachi en estiba.....	25

6.5.2	Procedimiento para la elaboración del abono.....	25
6.6	Método para determinar el costo-beneficio y ambiental. ....	26
7	Resultados y discusión .....	27
7.1	Situación de los desechos en la Estación Experimental. ....	27
7.2	Elaboración de abono orgánico bajo la técnica de estibado. ....	28
7.3	Comportamiento de T° y humedad en relación.....	28
7.4	Aporte nutrición del del bocachi. ....	30
7.5	Comparación de otros bocachi .....	31
7.6	Prácticas de manipulación de residuos en la Estación Experimental. ....	32
7.7	Buenas prácticas de manufactura para la elaboración de abono orgánico tipo bocachi en sacado. 32	
7.8	Análisis de beneficio-coste y ambiental.....	33
8	Conclusiones .....	35
9	Anexos.....	39

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Contenido de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en abono Bocachi con diferentes días de elaboración. .....	21
Tabla 2.	Otros elementos químicos presentes en el abono bocachi. ....	21

### ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1.:	Composición química de un compost procesado. ....	18
Cuadro 2.	Formulación de abono orgánico tipo bocashi.....	25
Cuadro 3.	Residuos producidos en la Estación Experimental. ....	27
Cuadro 4.	Cantidad producida de abono orgánico tipo Bocachi. ....	28
Cuadro 5.	Registro de Temperatura y Humedad.....	29
Cuadro 6.	Datos de Fosforo y Potasio de laboratorio del CENTA. ....	30
Cuadro 7.	Comparativo de los ingredientes básicos para elaborar abono tipo bocashi.....	32
Cuadro 8.	Precios de bocashi de diferentes productores. ....	33

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica estación experimental. ....	24
Figura 2.	Gráfico de Temperatura .....	29
Figura 3.	Gráfico de Humedad.....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Pesaje y creación de capas del abono tipo bocachi.....	39
Anexo 2. Volteo y empacado de abono tipo bocachi. ....	40
Anexo 3. Toma y registro de temperatura y % humedad. ....	41
Anexo 4. Producto final y muestra de abono para análisis. ....	42
Anexo 5. Calculadora de costos de producción de bocashi. ....	43
Anexo 6. Resultado de análisis de laboratorio CENTA. ....	44

## **Resumen**

El mantenimiento de la capacidad productiva del suelo, requiere integrar prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo; mediante la aplicación de abonos orgánicos y fertilizantes. El presente documento se realizó en la Estación Experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con el objetivo de obtener un abono orgánico tipo bocachis aprovechando a partir de los residuos y desechos que se producen en diferentes áreas agrícolas y ganaderas de la Estación Experimental. En el proceso metodológico se utilizaron Zacate (rastajo de cultivo), Estiércol, Pulimento, Gallinaza, Tierra, Harina de Roca, Microorganismo de Montaña y Melaza. En el proceso de fermentación se realizó colocando el bocachi en sacos en un periodo de 15 días, y durante ese periodo se hicieron tomas de temperatura y humedad las cuales fueron de una temperatura máxima de 61.75°C y la baja 31°C y 22.1 % al terminar el proceso de fermentación. Al finalizar el periodo se caracterizó el abono en cuanto a color, olor y textura. Así mismo se realizó un análisis de laboratorio para conocer los parámetros que este posee. De igual se estableció que dicho resultado se encuentra en condiciones para usarse para dicho fin.

Palabras claves: Residuos, Bocashi, abono orgánico.



**Abstract.**

Maintaining the productive capacity of the soil requires the integration of plant nutrition and soil improvement practices; by applying organic fertilizers and fertilizers. This document was carried out at the Experimental and Practice Station of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, with the aim of obtaining a bocachi-type organic fertilizer taking advantage of the residues and wastes that are produced in different agricultural areas and livestock of the Experimental Station. In the methodological process, Zacate (crop stubble), Manure, Polishing, Chicken Manure, Earth, Rock Flour, Mountain Microorganism, Molasses were used. The fermentation process was carried out by placing the bocachi in bags over a period of 15 days, and during that period temperature and humidity measurements were taken which were 31°C and 22.1% at the end of the fermentation process. At the end of the period, the compost was characterized in terms of color, smell and texture. Likewise, a laboratory analysis was carried out to know the parameters that it has. Likewise, it was established that said result is in conditions of use for said purpose.

---

## **1 INTRODUCCIÓN**

Según José Roca (2020) la agricultura orgánica (cultivos asociados, descanso de los suelos, rotación de cultivos, uso de abonos orgánicos, como estiércol de animales, entre otros) fue practicada por nuestros ancestros y mantenida por los pequeños productores, logrando un equilibrio con su medio a través del uso sustentable de los recursos. Con el pasar de los años, ocurre la explosión demográfica en el mundo, se hace necesario aumentar la producción de alimentos y aumentar la superficie cultivada.

Actualmente es más evidente que el sistema agrícola mundial y generalmente en agricultura intensiva y de monocultivo, existe una clara dependencia del uso de productos químicos de síntesis, debido en gran parte a la extracción continua de nutrientes en los suelos, junto a la cuestionable necesidad de producir cada vez más.

La explotación de recursos y contaminación excesiva, hay autores que ponen de relieve los efectos negativos producidos por el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura.

La producción y uso de los abonos orgánicos se plantea como una alternativa económica para los pequeños y medianos productores, sin embargo, se debe estandarizar la producción para que la calidad de los mismos se mantenga en el tiempo.

Por lo tanto, esta investigación se basa en la importancia de elaboración de abono orgánico a partir de los desechos o residuos producidos en la estación experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

## **2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.**

Los desechos sólidos producidos en el área agropecuaria generan un gran problema de muchas sociedades, ya que vienen siendo el residuo de todo aquello. A nivel mundial los desechos sólidos son un verdadero problema, ya que la falta de tratamiento adecuado de los mismos ha determinado serias consecuencias tanto en la acumulación de basura y en la contaminación del medio ambiente que esto genera (Pablo G. et al 2011).

Según Pablo G. et al 2011, los residuos sólidos son un problema para las grandes ciudades así como para el conjunto de la población del planeta, debido a que la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo han acrecentado mucho la cantidad de basura que se genera; lo anterior junto con el ineficiente manejo que se hace con dichos residuos (quemados a cielo abierto, disposición en tiraderos o vertederos ineficientes, manejo inadecuado por parte de las Instituciones encargadas de hacerlo, etc.) provoca problemas tales como la contaminación, que resume problemas de salud y daño al ambiente, además de provocar conflictos sociales, económicos y políticos. La problemática del manejo de desechos sólidos en la Estación Experimental tiene diferentes orígenes, dentro de los que se destacan: la poca orientación del manejo de estos, la baja capacidad de inversión de la Estación Experimental en el aprovechamiento y manejo de los residuos.

No obstante, lo anterior, todos estos causales pudieran resumirse simplemente como la ausencia de un enfoque agroecológico que establezca un reordenamiento de manejo de los desechos, y el desaprovechamiento de los recursos propios de la estación experimental para reciclaje e incorporar a los suelos lo que se le ha extraído.

Por lo tanto, es necesario realizar una investigación referente al manejo de los desechos sólidos de ganado vacuno y aves ponedoras generados en la Estación Experimental de la Universidad de El Salvador.

¿En qué medida un manejo y uso de desechos sólidos y otros disponibles ayudará a obtener productos de reciclaje para mejoramiento de los suelos en la Estación Experimental?

Considerando que actualmente se está desarrollando el enfoque agroecológico, como principio el reciclaje de materiales orgánicos para el mejoramiento de los suelos, es un enfoque da la pauta para estudiar y llegar a recomendaciones sobre el uso y aprovechamiento de los desechos que se obtienen en la producción agropecuaria.

Existen asociaciones a nivel nacional que apoyan este tipo de prácticas tales como CORDES (ASOCIACION FUNDACION PARA LA COOPERACION Y EL DESARROLLO COMUNAL DE EL SALVADOR), MAOES (MOVIMIENTO DE AGRICULTURA ORGANICA DE EL SALVADOR), FUNDESYRAM (FUNDACION PARA EL DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y RESTARUACION AMBIENTAL) entre otros. Para esto existen algunas tecnologías sencillas de bajo costo de las cuales se obtienen abonos orgánicos fermentados como tipo bocachi, ya que estos son mezclas de residuos y desechos para enriquecer el proceso de elaboración de los abonos que promueve con su incorporación al suelo la reactivación de su biología y en especial microorganismos benéficos que aceleran la disponibilidad de nutrientes y de sustancias fenólicas, entre otros que favorecen una mejor estructuración de las características físico químicas del suelo.

Estos procesos pueden ser de gran utilidad para ganaderos que tienen desechos en sus fincas.

Para dar cumplimiento al tema de investigación se propone el estudio de las características de los desechos y un análisis de la situación actual y por lo tanto dar recomendaciones de cómo dar un aprovechamiento a estos desechos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General.**

- Desarrollar un proceso de aprovechamiento de los desechos sólidos de ganado vacuno, aves ponedoras y otros disponibles en la Estación Experimental mediante la elaboración de abono orgánicos tipo bocachi.

#### **3.2 Objetivos Específicos.**

- Identificar los tipos de residuos sólidos y las condiciones de manejo que le brindan en Estación Experimental
- Caracterizar los tipos de residuos sólidos de la Estación Experimental y de Practicas.
- Seleccionar el procedimiento más apropiado para procesar los residuos sólidos de la Estación Experimental.
- Determinar los beneficios costo-ambiental que se produce en la elaboración de un abono orgánico tipo bocachi.

#### 4 ESTADO DEL ARTE

Ramos et al. (2014); en la República de Panamá, se elaboró Bocashi a base de los residuos generados por la producción de plátanos en la comunidad Bocas de Toro, se realizó el seguimiento a sus propiedades microbiológicas y químicas por un periodo de cinco meses posterior a su elaboración. Asimismo, se determinó el contenido de micronutrientes, macronutrientes, la relación C: N, metales pesados y población de microorganismos. Según los resultados, durante los cinco meses que duro el trabajo, los porcentajes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), materia orgánica (MO), carbono (C) y la relación carbono-nitrógeno (C: N) se mantuvieron de manera estable, el nivel de metales pesados contenido en el abono fue bajos y cumplían con las normas 24 internacionales establecidas, asimismo la mayor presencia de microorganismos fue de las bacterias, demostrando así actividad microbiana y con ello la calidad del abono.

Según el órgano de México SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México) (2010); en el desarrollo de su taller “Elaboración de abonos orgánicos”, hace mención que el abono orgánico tipo Bocashi es una alternativa sostenible, esto debido a que sus componentes se basan en elementos orgánicos, desechos o subproductos de la misma producción del agricultor, llegando a aportar una gran flora microbiana al suelo

La calidad de los compostajes se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas, así como de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo (Santamaria, 2001). Además, con la producción de abono orgánico se puede generar ingresos económicos al ser comercializados, si llegasen a ser de interés al productor, también se disminuye el uso de agroquímicos que contribuyen a disminuir la toxicidad, residualidad y degradación de los suelos (Ramírez, 2013)

La ventaja de la utilización de abonos orgánicos es que nos ayudan a preservar, recuperar y mejorar las características de los suelos para garantizar su productividad en el tiempo, también incorporar el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico del suelo y repone la diversidad de la flora microbiana benéfica, restableciendo los nutrientes esenciales demandados por los cultivos que el suelo no puede suplir, de esta manera permite mantener el nivel óptimo de los suelos y preservar los ecosistemas en el tiempo. La agricultura orgánica mejora la composición del suelo, la fertilidad

y la fauna del suelo que en el largo plazo tiene un efecto beneficioso en la producción de cultivos (Matheus, 2007)

El compostaje no debe ser visto simplemente como un sistema de tratamiento de residuos agrícolas a pesar de utilizar como materia prima residuos, sino como un proceso basado en la actividad de microorganismos vivos quienes son los responsables de la descomposición de la materia orgánica (Morales y Aristizabal, 2007). Este proceso debe realizarse con los cuidados necesarios para lograr unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación, donde se establezcan tomas de muestras y controles a lo largo del mismo para seguir su funcionamiento con el fin de obtener un producto de calidad (Torrentó, 2011).

Butron (2015) nos indica que el abono bocashi solo requiere de un periodo relativamente corto, de entre 12 y 14 días, posterior a ello, el producto permite ser utilizado inmediatamente después de la elaboración y es reafirmado por Arango (2017), en su artículo: “Abonos orgánicos como alternativa para conservación y mejoramiento de los suelos”.

Los abonos orgánicos son de gran importancia en la agricultura porque elevan el potencial productivo del suelo, actuando como potenciadores de sus características físicas, químicas y biológicas. Además, son fuentes de varios nutrientes esenciales para las plantas, elevando el potencial de fertilidad del suelo. Los abonos orgánicos también incrementan el desarrollo radicular de las plantas, mejorando el sostenimiento de las mismas, promoviendo la sanidad del cultivo y aportando hormonas que influyen positivamente los mecanismos fisiológicos de las especies vegetales. (Ortiz, Wilches s.f).

## **5 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **5.1 Residuos Orgánicos.**

Según Edwin Cendales (2011) define como residuo aquellas materias derivadas de actividades de producción y consumo que no han alcanzado ningún valor económico según la legislación española (ley 42/75) y por otra parte la directiva de la CEE 75/ 442 lo define como cualquier sustancia u objeto del cual se desprende su poseedor o tiene obligación de desprenderse. Estas definiciones son muy amplias y abarcan a la totalidad de los productos residuales que origina nuestro sistema de vida.

**5.2 Residuos agrícolas:** restos de cosechas y derivados, siendo los más abundantes y dispersos, de difícil control. Residuos ganaderos de cría: excrementos, camas y lechos, y al igual que los anteriores presentan una gran dispersión.

En el sector ganadero la problemática asociada con el manejo efectivo de los residuos generados implica el desarrollo de un tratamiento bioquímico eficiente para permitir el aprovechamiento de los nutrientes que se encuentran presentes en estos residuos. No obstante, la dificultad de la gestión de los residuos ganaderos subyace de la separación progresiva de la explotación ganadera y agrícola, de forma tal que la mayoría de las instalaciones ganaderas no poseen una infraestructura territorial suficiente para la reutilización de sus propios residuos. El estiércol bovino es un sustrato complejo, el cual presenta considerables contenidos de materiales orgánicos disueltos y particulados, dentro de los que se incluyen polisacáridos, lípidos, proteínas y ácidos grasos volátiles (AGV), además de un conjunto de compuestos inorgánicos. Este sustrato es reconocido como una excelente base para el desarrollo de proceso anaeróbica debido que presenta una alta capacidad tamponadora y un gran contenido de nutrientes necesarios para el desarrollo de las poblaciones anaeróbicas.

### **5.3 Residuo avícola.**

Según Francina Sole y Xavier Flotasts (s.f.) Señala que la gallinaza son excretas de las aves de corral junto con el material usado en la cama, en los casos que corresponda.

La mayoría de las explotaciones avícolas forman parte de la cadena de producción de gallinas ponedoras o de engorde.

La diversidad en la tipología de explotaciones se traduce en una gran variabilidad en las características de las deyecciones generadas. Estas pueden considerarse un subproducto, si se usan



como abono, en las dosis adecuadas en la propia explotación agraria, o en explotaciones ajenas, mediante acuerdo, o un residuo si no tiene destino, o el que tiene no es el adecuado.

La cantidad de gallinaza depende del tipo de explotación, del estado fisiológico de los animales, de la alimentación y del manejo.

La gallinaza puede aplicarse directamente al suelo, sin tratamiento previo, aunque esta opción presenta inconvenientes, ya que esta no se encuentra estabilizada y se puede producir volatilización del amoníaco y se altera la composición orgánica del suelo, consumiéndose oxígeno para la degradación de la materia orgánica aportada.

Por lo tanto, es necesario dar un tratamiento previo para la aplicación de la gallinaza y de esta manera estabilizarla, mejorar su calidad como abono y si es posible fijar el nitrógeno amoniacal.

#### **5.4 Abonos orgánicos**

El empleo de abonos orgánicos en la agricultura data de tiempos remotos y se utilizaron por todas las civilizaciones del mundo, brindando buenos resultados, lo que permite la producción de alimentos en cantidades suficientes; presentan entre otras cuestiones, un alto contenido de sustancias orgánicas (Corrales Garriga 2000).

El término abono orgánico se emplea para abarcar todo tipo de enmienda orgánica al suelo, incluyendo tanto los estiércoles animales, los restos vegetales y los elaborados como la composta, bocashi y otros.

Su importancia estriba no solamente en la forma de los nutrientes que reciben las plantas, sino también en que los estiércoles orgánicos es una fuente de nutrientes y energía para el ecosistema del suelo, siendo los microorganismos los que ponen luego los nutrientes a disposición de las plantas en una proporción equilibrada y distribuida a lo largo de la estación de crecimiento. Otra característica importante de las enmiendas orgánicas es su habilidad para estimular el complejo de microorganismos beneficiosos que ayudan a mantener bajo control las potenciales plagas y patógenos (Marco 2011).

Los abonos orgánicos suministran a las plantas los compuestos asimilables en forma gradual, a través de una serie de reacciones donde se degradan proteínas y carbohidratos complejos como la celulosa y lignina a compuestos más simples como aminoácidos y almidones, luego a moléculas

asimilables por la planta (iones  $\text{NO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), por medio de los jugos digestivos y enzimas de los microorganismos presentes en el suelo (González et al. 1996).

López et al. (2001), observó que el contenido de humedad aumenta debido a prácticas de aplicación de abonos orgánicos, ya que disminuye la densidad aparente, se incrementa la porosidad y se modifica la estructura al mejorar la formación de agregados, todo ello influye en un aumento en la retención de humedad.

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo, su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas y orgánicos; apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud.

### **5.5 Ingredientes que se utilizan para la elaboración de abono orgánico.**

Dentro de los ingredientes que se utilizan se pueden clasificar como:

- ✓ De origen vegetal (hojas verdes, restos de cosecha, hojarasca descompuesta, ramas, etc.)
- ✓ De origen animal (estiércol de diferentes animales, orina, etc.)
- ✓ Otros (residuos de cocina, melaza, semolina) (INTA s.f).

El tipo de abono y las cantidades a elaborar, depende del tamaño de la finca, de la disponibilidad de recursos y de mano de obra. El tiempo de preparación y utilización depende del tipo de material usado, así se puede elaborar aboneras de 1-3 meses. Estas tecnologías se pueden adaptar tanto a fincas grandes como a fincas medianas o pequeñas; depende de la disposición e iniciativa del productor o productora (INTA s.f).

## **5.6 BENEFICIOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA**

Según Félix et al. (2008), la aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas), que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como son:

- A) mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye ésta en suelos arcillosos.
- B) mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua.
- C) estimula el desarrollo de plantas.
- D) mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial.
- E) eleva la capacidad tampón de los suelos.
- F) su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta.
- G) el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo.

## **5.7 Ventajas de los abonos orgánicos.**

Según Quintanilla et al. (2013):

- b. Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como mejoran la capacidad de absorber agua.
- c. Suelen necesitar menos energía. No la necesitan para su fabricación y suelen utilizarse cerca de su lugar de origen. Sin embargo, algunos orgánicos pueden necesitar un transporte energéticamente costoso, como guano de murciélago de Tailandia o el de aves marinas de islas sudamericanas.

## **5.8 Desventajas:**

- d. Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.

e. Pueden provocar eutrofización, por ejemplo, granjas con gran concentración de animales o por las aguas residuales humanas. Pero es más difícil que con fertilizantes inorgánicos.

f. Pueden ser más caros, aunque puede salir gratis si es un residuo propio de la granja o es un problema para otra explotación. Es fácil que una explotación agrícola necesite fertilizante y otra de animales tenga problemas para desprenderse de los desechos que produce (SAGARPA s.f.).

### **5.9 Abono orgánico fermentado tipo Bocashi**

Es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”, refiriéndonos al abono orgánico fermentado. Tradicionalmente, para la preparación del Bocashi, los agricultores japoneses usan materia orgánica como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelo de bosques como inoculante de microorganismos. Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación del abono. El Bocashi ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de cultivos. El bocashi es un abono orgánico que es elaborado con diferentes ingredientes y cantidades de estos de acuerdo a los materiales disponibles en las fincas o en la zona (Restrepo 2007).

### **5.10 Ingredientes básicos para la elaboración de abono orgánico.**

Según Ramos D. et al (2014), No existe una receta exclusiva o fórmula única para la elaboración del Bocashi, la composición de este abono se ajustará a las condiciones y materiales existentes en las comunidades, pudiéndose utilizar los siguientes:

1. 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.
2. Gallinaza y estiércol de ganado: son las fuentes principales de nutrimentos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micro nutrimentos.
3. Ceniza: proveen altas cantidades de potasio, esta puede ser obtenida de los fogones o estufas caseras que funcionan con leña.
4. 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.
5. Melaza: sirve como fuente de energía para los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos. Además, provee cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrimentos.

6. Residuos vegetales: constituyen una fuente rica de nutrientes para los microorganismos.
7. 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.
8. Levaduras: producen sustancias bioactivas tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular y el crecimiento radicular.
9. 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 nutrientes.
10. 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 porque, 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.

La harina de roca es otro componente que se puede aplicar para darle una mayor diversidad de nutrientes a un abono orgánico, se puede incorporar en el bocashi de 7 días que además incluye harina de sangre, harina de hueso y harina de carne, la diversidad de materiales le dá muy buena calidad a este abono. También puede incorporarse dentro de mezclas líquidas de nutrientes (ácidos húmicos, zeolita, entre otras), o bien aplicarse en el cultivo. La función de esta harina de roca es la de reducir la necesidad de agua por parte de planta; por ejemplo, un abono orgánico adicionado con harina de roca, tendrá un alto contenido de materia orgánica y además ayudará a desalinizar suelos. Al igual que en los abonos orgánicos mientras mayor sea la diversidad de rocas utilizadas en la elaboración de la harina de roca mayor diversidad de nutrientes minerales tendrá (Jaime H. et al 2008).

### **5.11 Tipos de abonos orgánicos.**

Según Jaime H. et al (2008), Hablar de agricultura orgánica no es solo compostas, sino también de la elaboración de fermentaciones, en la que se descomponen aeróbicamente residuos orgánicos,

por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los mismos residuos, esta descomposición es controlada, y da como resultado un material parcialmente estable que continuará su ciclo de descomposición, pero más lentamente. Las fermentaciones por lactobacilos son muy limpias, se puede usar como inóculo para bocashi, agua miel, entre otras; el tepache se puede aplicar en el agua de riego, teniendo en cuenta la dosis adecuada (ésta se obtiene a prueba y error dependiendo de cada cultivo) porque si está muy concentrado puede ser un herbicida muy fuerte, pero si está bien diluido ayuda al desarrollo de las plantas. También se pueden hacer fermentaciones de cáscaras de frutas para obtener aminoácidos libres, que también se pueden aplicar en el agua de riego para mejorar el desarrollo de la planta. En sí las fermentaciones disminuyen la carga eléctrica de las soluciones, los microorganismos (levaduras, lactobacilos, entre otros) transforman los materiales y los dejan en complejos parcialmente estables listos para ser absorbidos por las plantas.

- Te de estiércol.

Es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido. Tomando en cuenta en el proceso de formar té, el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así se hacen disponibles para las plantas. Este abono líquido puede aplicarse mediante aspersiones en hojas foliares.

- Te de compost.

Es el extracto líquido de compost de alta calidad que contiene microorganismos beneficiosos y nutrientes que le aportan a los cultivos vitalidad y fuerza para poder hacer frente a enfermedades y plagas.

- Compost.

El compost o la composta es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico, los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de oxidación denominado compostaje.

- Humus de lombriz.

Es la materia orgánica de la tierra que las lombrices ya han digerido, que vuelve a la tierra descompuesta, dando lugar a una nueva composición muy beneficiosa para las plantas. No obstante, cabe destacar que el humus en sí solo se produce en los suelos de los bosques, gracias al

proceso totalmente natural que se da en estos, y lo que podemos comprar o producir en casa es la propia materia orgánica producida por las lombrices, la cual es ya de por sí súper beneficios para las plantas.

Por último, las plantas fertilizadas orgánicamente no pueden infectarse con bacterias patógenas, porque el calor y la microflora benéfica controlan esas poblaciones patógenas. Además, los ácidos húmicos contenidos en la materia orgánica humificada aumentan la capacidad de retención de agua y la aireación del suelo, mejoran la agregación del suelo y evita su encostramiento. En la planta los ácidos húmicos estimulan el desarrollo de raíces y tallos, mejoran la absorción de nutrientes, estimulan y aumenta la absorción de nitrógeno, entre otros (Jaime H. et al 2008).

### **5.12 Ejemplos de elaboración de abono tipo Bocachi.**

Para la elaboración del abono orgánico fermentado (bocashi) se debe realizar los siguientes pasos:

1. Se colocan los materiales ordenadamente en capas tipo pastel alternadamente, éstos no tienen un orden específico y se hace la mezcla de los ingredientes en seco manualmente (con pala).
2. Se aplica la levadura diluida en agua con melaza.
3. Se humedecen y mezclan los materiales de manera homogénea (llevando la humedad a 60-70 %).
4. Se extiende la mezcla en la superficie destinada a la elaboración del abono.
5. Los materiales se amontonan entre 50-75 cm de altura para facilitar la aireación de la pila.
6. Con un termómetro se mide la temperatura del abono, a partir del segundo día de su fabricación. No es recomendable que la temperatura sobrepase los 50 °C. En caso de que sobrepase la temperatura se disminuye la altura de la pila y en caso de que sea menor se aumenta la altura de la pila para que se incremente la temperatura.
7. A partir del segundo día, comenzar la mezcla del abono una vez en la mañana y otra en la tarde por espacio de tres días y una vez por día en el resto del proceso (12-15 días).

Según el FAO, 2011 La elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, quimioorganotróficos, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta

descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra.

Proceso de elaboración:

- 1- Picar los rastrojos verdes y secos en trozos de 2 a 3 centímetros.
- 2- Se procede a tender los materiales sobre el suelo, y se mezclan sin ningún orden, hasta lograr una textura homogénea. La altura de la abonera no debe ser superior a los 50 CMS. El proceso de preparación y mezcla de los materiales, se realiza en forma ágil, la miel se prepara en forma de agua miel, y se le aplica poco a poco de manera que quede bien distribuida por toda la abonera.
- 3- La levadura de pan, se espolvorea, sobre los materiales que se van agregando al abono en pequeñas cantidades. Se utiliza abono ya fermentado, u hojarasca de una zona boscosa, con esto se pretende incorporar las bacterias que se encargarán de realizar el proceso de fermentación de la abonera. Los materiales se deben mezclar en la siguiente proporción: 60% de materiales secos y 40% de materiales húmedos.
- 4- Es importante determinar la cantidad de materiales verdes en comparación con los materiales secos, ya que de ello depende la cantidad de humedad que tendrá la abonera, si lleva muchos materiales secos se necesitará incorporar más agua, si lleva muchos materiales verdes, no se necesitará incorporar más agua, si lleva muchos materiales, no se necesitará agua. La humedad que aportan los materiales influye sobre la regulación de la temperatura, la que puede afectar el desarrollo de las bacterias que realizan el proceso de fermentación del abono.
- 5- La cantidad de agua a utilizar. Depende de los materiales usados, cuidando que ésta no se aplique en exceso (al tomar una porción de material y apretarla con la mano, no debe escurrir agua), si esto sucede deben agregarse más materiales secos.
- 6- Luego de terminada la abonera, se debe realizar el primer volteo, tratando que el material de encima quede abajo y el de abajo quede encima.

### **5.13 Cálculos para determinar las proporciones a utilizar para elaborar un abono fermentado tipo bocashi.**



Según Rojas, L. (2004) manifiesta que los compost presentan características físicas y químicas que varían según las fuentes de residuos orgánicos que se utilicen, así como las proporciones que se usen en su elaboración.

Los principales parámetros químicos que se consideran son los contenidos totales y disponibles de N, P y K, % de materia orgánica, relación C/N, pH y conductividad eléctrica (CE) (Feican 2011).

Determinado el porcentaje de materia orgánica de las materias primas disponibles, mediante análisis de laboratorio, se obtiene el carbono orgánico porcentual (% C) de cada materia a utilizar, para ello se considera que la materia orgánica contiene un 58% de carbono orgánico.

Determinado el porcentaje de nitrógeno total de las materias primas disponibles, mediante análisis de laboratorio, se puede determinar la aportación de este elemento por cada uno de los residuos orgánicos a utilizar.

Es importante considerar el parámetro de la conductividad eléctrica, que en algunos casos como en los estiércoles de cuy, pollo y chanco, resultan altos, lo que nos da una pauta para no excedernos en la cantidad a utilizar. (Feican M. 2011).

Según Feican M. (2011) indica como ejemplo los valores de un compost preparado con materiales que generalmente están disponibles (ver cuadro x), sobre todo en zonas áridas en donde se dispone de estiércol de animales:

**Cuadro 1.: Composición química de un compost procesado.**

pH	CE	MO%	N	P	K	C/N
8.9	1.64	34	1.28	0.44	2.8	15

Fuente: tomado de Feican M. 2011

Al conocer el % de MO, calculamos el carbono orgánico contenido, multiplicando por 0,58 (que representa el 58% que es el porcentaje de C en la MO).

$$34 * 0.58 = 19.72$$

$$C = 19.72$$

El nitrógeno total es 1,28%, por tanto, la relación carbono / nitrógeno sería igual a:

$$C/N = 19,72/1,28; C/N = 15$$

#### **5.14 Factores a considerar para la elaboración del abono tipo bocashi.**

La preparación de los abonos orgánicos fermentados se debe hacer en un local que esté protegido del sol, el viento y la lluvia. El piso debería ser de ladrillo o de cemento (Feican M. 2011).

La temperatura de la mezcla se debe controlar todos los días con un termómetro. No es recomendable que sobrepase los 50° C, si sobrepasa, especialmente en los primeros días, hay que voltear el montón hasta dos veces por día en la mañana y en la tarde (Feican M. 2011).

#### **5.15 Periodo de almacenamiento y efectividad de un Bocashi.**

El bocashi funciona como medio de almacenamiento de nutrientes del suelo, contrarresta los procesos erosivos causados por el agua y el viento, aumentando la porosidad, permeabilidad y proporciona una textura friable. Esto mejora la retención de agua en suelo, proporciona alimento a los organismos benéficos del suelo, contribuyendo a su mineralización, atenúa los cambios bruscos de temperatura en el suelo, mejora las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura del suelo, aumenta el contenido de los macro nutrientes Nitrógeno, Fósforo, Potasio y los microelementos, la población microbiana que contiene, son benéficas y ayuda a la fertilización de los suelos, es un producto que no daña el medio

ambiente, recupera los suelos agotados por el uso intensivo de monocultivos y recupera los suelos marginales que no se utilizan como suelos agrícolas (Guardado 2012).

Shintani et al. (2000), señala que, si no se realiza un buen manejo de la producción, algunos microorganismos patogénicos e insectos no deseables podrían desarrollarse y generan malos olores y la inanición del nitrógeno. Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos.

Una vez preparado el Bocashi, es necesario seguir controlando el proceso. Lo primero a tener en cuenta, si no hay exceso de humedad, es que en condiciones aeróbicas la mezcla se fermenta muy rápido y la temperatura aumenta en cuestión de horas, por lo cual podría sobre calentarse. La temperatura se debe mantener entre 35° C – 50° C. Para medir esto, se puede usar un termómetro normal o introducir un machete a la abonera; si es posible mantener la hoja de metal entre las manos, la temperatura es adecuada. Si la temperatura sobrepasa los 50° C, se debe mezclar bien la abonera para reducir la temperatura y oxigenar la mezcla. Si la temperatura todavía se mantiene alta, tratar de extender la abonera para reducir la altura y conseguir con esto la reducción de la temperatura (Shintani et al. 2000).

El uso de bocashi consiste en activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo.

#### **5.16 Método de elaboración por estiba.**

Primero se colocan todos los ingredientes capa tras capa, sin importar el orden de los ingredientes, pero procurando que los materiales más secos se les tendrá que adicionar un poco de agua, aunque es preferible agregarle microorganismos líquidos, melaza y agua la cual se denomina agua miel. Posteriormente cuando se tienen todos los ingredientes juntos se procede a mezclarlos, lo habitual es realizar tres o cuatro volteos, con la finalidad de realizar una buena mezcla (Martínez 2021).

Luego se procede a llenar las bolsas quintaleras las cuales permiten el paso del oxígeno y se almacena este material para que realice el proceso de fermentación el cual dura entre 12 a 15 días; este método de trinchera o de estiba no requiere de volteos diarios, basta con mezclar muy bien todos los ingredientes, embolsarlos y colocarlos en estibas las cuales pueden ser de madera rolliza o bambú (Martínez 2021).

De acuerdo con Martínez (2021), cuando hayan transcurrido los 12 a 15 días, el proceso de la fermentación del Bocashi se habrá completado, luego se espera a que el Bocashi baje su temperatura durante los próximos 10 días y finalmente el Bocashi ya estará listo para su uso.

### **5.17 Resultados de análisis de nutrientes de otros bochashis**

La relación objetiva para la elaboración de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación (Arango Orozco, 2017)

La composición química del bocashi depende principalmente de los residuos vegetales y animales utilizados en su elaboración (Gandahi and Hanafi, 2014). Se ha reportado que los EM mejoran la calidad nutricional del bocashi y en general de los diferentes tipos de compostaje (Sharma et al., 2016)

En los abonos orgánicos gran parte del N se encuentra en forma orgánica, por consiguiente, para que ese N sea utilizable por la planta debe ser mineralizado a una forma inorgánica disponible para la planta. Ese proceso de conversión está determinado por la relación C/N. La relación teórica e ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación debe ser de 25 a 35; las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización; relaciones mayores resultan en una fermentación y descomposición más lenta, y que en muchos casos es conveniente (Restrepo-Rivera y Hensel, 2009).

Son varios los trabajos que afirman que un abono de calidad debe tener una relación C/N menor que 20 y un contenido de N mayor que 1,0 %, lo cual es corroborado en la presente investigación. Como se observa en la tabla, con una confiabilidad del 95 %, la relación C/N se mueve entre 11,25 a 12,02, alcanzando un mayor valor a los 90 DDE con 15,52; se plantea que una relación C/N adecuada para un Bocashi se encuentra en el rango de 11,00-15,00; también es conocido que esta juega un papel fundamental en la mineralización de N de un abono, por tanto, es posible utilizar esta relación para predecir la capacidad de un abono para mineralizar N y por consiguiente estimar su calidad desde el punto de vista de proveer este nutriente al suelo. En el caso de una relación C/N de un abono orgánico menor que 20, significa que la materia orgánica es degradada fácilmente, esta es considerada como un índice de la velocidad de descomposición del abono y la posterior mineralización de sus nutrimentos.

**Tabla 1. Contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en abono Bocachi con diferentes días de elaboración.**

	30 DDE	60 DDE	90 DDE	120 DDE	150 DDE
			N (%)		
X	0,86	1,31	1,20	1,41	1,25
LI	0,47	1,28	1,18	1,38	1,21
LS	1,25	1,34	1,22	1,43	1,29
ESx	0,19	0,01	0,01	0,01	0,02
			P (%)		
X	0,43	0,44	0,44	0,44	0,41
LI	0,40	0,42	0,41	0,41	0,40
LS	0,46	0,46	0,46	0,46	0,43
ESx	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
			K (%)		
X	1,69	1,68	1,68	1,62	1,62
LI	1,66	1,66	1,67	1,59	1,59
LS	1,72	1,71	1,70	1,64	1,64
ESx	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01

LI: Límite inferior      LS: Límite superior

Fuente: Tomado Ramos et al. 2014.

**Tabla 2. Otros elementos químicos presentes en el abono**

	30 DDE	60DDE	90DDE	120DDE	150DDE
			pH H <sub>2</sub> O		
X	8,2	9,3	8,6	8,6	8,6
LI	8,18	9,18	8,6	8,5	8,5
LS	8,56	9,56	8,7	8,6	8,7
ES	0,09	0,09	0,02	0,02	0,02
			MO (%)		
X	20,94	24,49	26,07	18,06	20,38
LI	20,86	24,36	25,81	17,97	20,19
LS	21,03	24,61	26,33	18,14	20,58
ES	517,76	0,06	0,13	0,00	0,09
			C (%)		
X	14,65	17,13	18,23	12,63	14,36
LI	14,59	17,04	18,05	12,57	14,31
LS	14,71	17,21	18,42	12,69	14,41
ES	0,02	0,04	0,09	0,03	0,02
			C/N		
X	12,02	13,62	15,52	9,47	11,25
LI	11,57	13,50	15,33	9,30	11,04
LS	12,47	13,74	15,71	9,64	11,45
ES	0,2	0,06	0,09	0,08	0,10
			Humedad (%)		
X	55,25	45,75	45,5	40,75	37,25
LI	53,57	45,26	44,52	40,26	36,76
LS	56,92	46,23	46,47	41,23	37,73
ES	1,28	0,25	0,5	0,25	0,25

Fuente: Tomado Ramos et al. 2014

### 5.18 Ventajas y desventajas de los bochashis.

De acuerdo con Ramos et al (2014) algunas de las ventajas y desventajas pueden ser:

- No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitándose cualquier inicio de putrefacción.
- Se facilita el manejo del abono, su almacenamiento, transporte y disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y las necesidades de cada productor).
- Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.

- Se autorregulan agentes patógenos en el suelo, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.
- Se da la posibilidad de utilizar el producto final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.
- Los diferentes materiales que se encuentran disponibles en las diversas zonas de trabajo, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas, haciéndolo más apropiado a cada actividad agropecuaria y condición rural.

#### Desventajas.

- Requiere evitar su exposición prolongada al sol o lluvia.
- No debe cubrirse con plástico.
- Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.
- También pueden provocar eutrofización. Por ejemplo, granjas con gran concentración de animales o por las aguas residuales humanas. Pero es más difícil que con fertilizantes inorgánicos.
- Pueden ser más caros, aunque puede salir gratis si es un residuo propio de la granja o es un problema para otra explotación. Es fácil que una explotación agrícola necesite fertilizante y otra de animales tenga problemas para desprenderse de los desechos que produce.

#### **5.19 Costos de elaboración de bocashi.**

Jairo Restrepo en su publicación “Abonos orgánicos fermentados, experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil” pone en manifiesto los costos de los ingredientes de los abonos orgánicos fermentados tipo "Bocashi" fabricados por los campesinos panameños durante los meses de abril y mayo de 1996; en dicha estructura de costos solo se contemplan dentro de la matriz a los materiales para elaborar el Bocashi, la cantidad de cada material a utilizar, el costo unitario, y finalmente el costo total en dólares americanos. Según Restrepo Rivera (1996), los costos expresados en dólares para fabricar aproximadamente 60 sacos del biofertilizante ascienden a un

monto de \$49.85 dólares, lo que significa que cada saco de Bocashi elaborado tiene un costo unitario de \$0.83.

Según Suchini Ramírez (2012), en su manual técnico sobre las innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio muestran los costos para la elaboración de 15 quintales de abono orgánico fermentado tipo Bocashi con microorganismos de montaña; la estructura de costos mostrada está conformada por los materiales utilizados, la cantidad, la unidad de medida, los costos unitarios y los costos totales expresados en dólares americanos; el costo total para la elaboración de los 15 quintales de Bocashi es de \$109.00 dólares y el costo total por quintal de Bocashi es de \$7.25 dólares.

El CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova") y el JICA (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional) a través de su guía técnica Abono Tipo Bocashi, diseñaron una estructura de costos para la elaboración de 40 quintales de Bocashi, dicha matriz de costos está compuesta por los materiales, cantidades, los costos y la cantidad producida. El costo total para elaborar los 40 quintales de Bocashi fue de \$153.00 dólares, por lo tanto, el costo del quintal es de \$3.83 dólares (CENTA y JICA 2012).

## 6 METODOLOGÍA.

### 6.1 Descripción del estudio

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental y de Practicas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, ubicada cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, con una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte, -89°05'8" Longitud Oeste y coordenadas planas de 261.5 km Latitud Norte, 489.6 km Longitud Oeste.

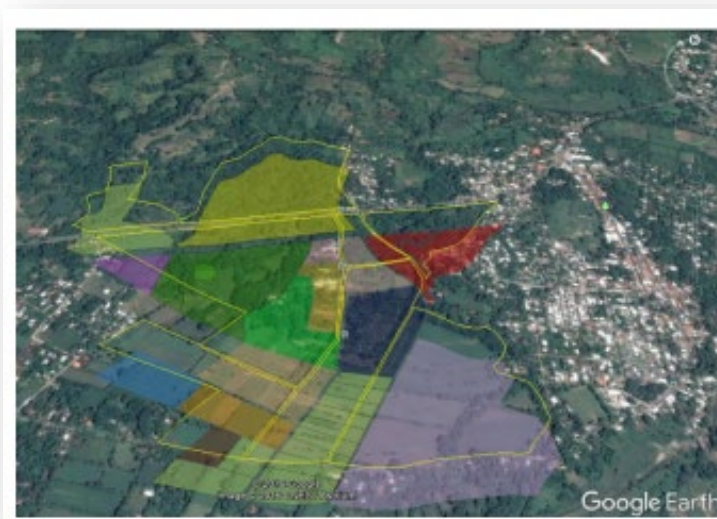


Figura 1. Ubicación geográfica estación experimental.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.2 Tipo de investigación

Investigación descriptiva ya que mediante revisión bibliográfica y recopilación de información en el lugar de estudio nos permitió llevar a cabo dicha investigación.

### 6.3 Identificación de los desechos y su estado de la Estación Experimental

La cual consistió en identificar los desechos generados en la Estación Experimental con el propósito de reciclarlos y de esta manera contribuir a la implementación de Buenas Prácticas de Manejo de Desechos y a su vez estos sean aplicados a los suelos bajo la ideología agroecológica.

Los desechos sólidos producidos en la Estación Experimental son: Estiércol de bovino, cerdos, conejo, cabras y pelibuey; gallinaza y pollinaza.



#### 6.4 Condiciones e infraestructura y volúmenes de material producido

Mencionar que no se manejan cifras de volúmenes producidos ya que no tienen un registro como tal. Aunque cabe mencionar que en promedio se oscilan entre 4 a 6 sacos diario. Estas son almacenadas en su mismo lugar de producción con el fin de no generar desperdicio al moverlo de un lado a otro.

#### 6.5 Metodología de campo

Proceso de elaboración de abono tipo bocachi en estiba.

De acuerdo a Feican M. (2011) Los residuos orgánicos que se utilicen, así como los porcentajes de cada uno en la receta, deben garantizar una relación C/ N equilibrada, Además La FAO (2011) la elaboración de este tipo de abono, dependerá del lugar y tipo de terreno donde va a ser empleado, de los materiales disponibles en la zona, y de los cultivos que serán fertilizados. Se deben usar materiales altos en fibra, para poder así mantener los suelos más sueltos, lo que nos va a ayudar a obtener mejor infiltración de las aguas y del aire, con este tipo de materiales también buscamos que los abonos sean ricos en carbono y bajos en nitrógeno. Por lo tanto, en el cuadro 2 se muestra los ingredientes y las cantidades que se utilizaron para la realización del abono orgánico tipo bocachi tomando en cuenta los recursos disponibles en la Estación Experimental y su aporte nutricional.

#### Cuadro 2. Formulación de abono orgánico tipo bocashi.

Elaboración de abono tipo bocachi			
Ingredientes	1° capa	2° capa	3° capa
Zacate	15 lbs	15 lbs	-
Estiércol	70 lbs	70 lbs	70 lbs
Pulimento	15 lbs	15 lbs	20 lbs
Gallinaza	30 lbs	30 lbs	7 lbs
Tierra	70 lbs	70 lbs	60 lbs
H. Roca	10 lbs	10 lbs	10 lbs
M.O + Melaza	10 lts	10 lts	10 lts

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.6 Procedimiento para la elaboración del abono

- 1- Se seleccionó la formula según la bibliografía consultada a la vez tomando en cuenta los materiales existentes en la Estación Experimental.
- 2- Se recolectaron los ingredientes que se plantearon al momento de la formulación del abono.
- 3- Se estableció en el lote denominado "La Bomba" donde hay condiciones de galera y esta permitió proteger el abono de la lluvia y del sol directo.
- 4- Luego se pesaron los ingredientes.
- 5- Al momento de pesar los ingredientes una vez se fueron creando las capas según se detalla en el cuadro 1.
- 6- Posterior a tener las 3 capas de los ingredientes se realizó la mezcla mediante 3 volteos previamente de ser embolsados.
- 7- Luego de ensacados se colocaron en los trozos de madera para ser estibados.
- 8- Los trozos de madera se colocaron a una altura de 10 cm del suelo de 3 niveles.
- 9- En el primer nivel se colocaron 3 sacos, en el segundo nivel 3 sacos y en el último nivel 2 sacos.
- 10- Se realizaron monitoreo de temperatura y de humedad durante 15 días.
- 11- Pasado los días de monitoreo, se sustrajo una muestra para llevarla a análisis en el laboratorio del CENTA.

### **6.7 Método para determinar el costo-beneficio y ambiental**

En lo ambiental se estableció el realizar el abono orgánico tipo bocachi mediante la técnica de Estibado esta consistió en elaborar el abono como lo establece la bibliografía mediante capas y volteos para homogenizar la mezcla y una vez integrados los ingredientes estos se colocaron en sacos en cantidad de 75 lbs cada uno. Luego se sellaron de manera que no tenga un ingreso de aire para que se cumpliera el proceso de fermentación.

Para determinar la relación costo-beneficio se utilizó la calculadora de costos de producción para bocachi elaborada por el compañero Héctor Alcides Díaz Urías que es una herramienta que facilita a los productores determinar los costos y a su vez los volúmenes que se pueden llegar a producir según la necesidad, así como también las cantidades de ingredientes que se necesitan.

## 7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Situación de los desechos en la Estación Experimental

En la Estación Experimental se cuenta con mayor cantidad de desecho del área pecuaria como lo es de bovino y de aves ponedoras también de estiércol de conejo ver cuadro 3. Por otra parte, también cuentan con residuos de materia seca proveniente del área de cultivos este su volumen es un aproximado de 3 sacos.

- La gallinaza y la pollinaza es almacenada a granel luego se pasan a sacos y bajo techo.
- El estiércol de cerdo se pone a secar en piso de concreto.
- EL estiércol de bovino se recoge en cada potrero donde duerme el ganado sin embargo este no se almacena.

**Cuadro 3. Residuos producidos en la Estación Experimental.**

Residuos producidos en la Estación Experimental.			
Tipo de residuos	Ubicación	Estado	Cantidades
Estiércol bovino	Corrales	Húmedo-seco	750 libras
Estiércol cerdo	Porqueriza	Húmedo-seco	150 libras
Cabra y pelibuey	Corrales	Húmedo-seco	10 libras
Gallinaza y pollinaza	Galeras	Seco	880 libras
Estiércol de conejo	Galeras	Húmedo	10 libras

Fuente: Elaboración propia.

Estos son los desechos de mayor cantidad en la Estación Experimental y que dentro de sus actividades de manejo es la aplicación directa a los potreros en el caso del estiércol de bovinos, el estiércol de conejo se pudo observar que este es recolectado y puesto a secar para ser utilizado como un ingrediente para abono.

No existe un proceso exacto de manejo de dichos residuos y desechos que faciliten su uso para otros fines y de esta manera sacar su máximo provecho.

De tal manera que se planteó una alternativa de elaboración de un abono tipo bocachi tomando referencias bibliográficas la elaboración un abono tipo bocachi y de esta manera seleccionar los ingredientes más comunes y de fácil acceso para su elaboración y principalmente se encuentre en la Estación Experimental.

## 7.2 Elaboración de abono orgánico bajo la técnica de estibado

Una vez se seleccionaron los ingredientes se optó por elaborar el abono orgánico tipo bocachi bajo la práctica de estibado ya que este permite ser de fácil manejo y control durante su proceso de fermentación.

En el siguiente cuadro 4 se presenta las cantidades producidas.

**Cuadro 4. Cantidad producida de abono orgánico tipo Bocachi.**

Elaboración de abono tipo bocachi		
Unidades producidas (en estado húmedo)		
VOLUMEN TOTAL	SACOS PRODUCIDOS	PESO UNITARIO
617 lbs	8 SACOS	77.13 LBS

Fuente: Elaboración propia

## 7.3 Comportamiento de T° y humedad en relación.

Según los resultados obtenidos en la toma de temperatura reflejados en el gráfico 1 se pudo establecer que se obtuvo un comportamiento dentro de los parámetros. La FAO 2011, menciona que en el proceso de fermentación del abono tipo bocashi presenta 2 etapas bien definidas las cuales son:

- ✓ La fermentación del abono es la estabilización, en la que la temperatura puede llegar a alcanzar aproximadamente entre 60°C y 65°C. La temperatura del abono comienza a caer nuevamente, dado el agotamiento o la disminución de la fuente energética que retroalimentaba el proceso.
- ✓ La maduración, en la cual la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen es más lenta, para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización.

Otro factor involucrado en la fermentación del abono tipo bocachi se encuentra la Humedad en la cual su comportamiento fue 65% al inicio del proceso y al final fue de un 22.1% (ver gráfico 2). Según la FAO 2011, La humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de la fermentación del abono, oscila entre el 50% y el 60% (en peso) o sea, los materiales están vinculados a una fase de oxidación.

Por lo tanto, el proceso de fermentación en relación a la temperatura y humedad tomando de referencia los datos de la FAO este se mantuvo en rangos normales. En el cuadro 4 se muestra el

registro de la temperatura y humedad tomadas desde el día 1 de la elaboración del abono hasta el día 15.

**Cuadro 5. Registro de Temperatura y Humedad**

REGISTRO DE TEMPERATURA Y % HUMEDAD		
Días de fermentación	Temperatura °C	% Humedad
16-agosto	28	65
17-agosto	58.9	58.65
18-agosto	60.05	45
19-agosto	61.75	30.9
20-agosto	59.9	27.9
23-agosto	54.48	23.6
25-agosto	52.74	22.1
27-agosto	44.34	-
31-agosto	31.1	-

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de la temperatura en el periodo del 16 al 31 de agosto, de tal manera que se observa esta aumenta la temperatura en los primeros días de producido el abono orgánico obteniendo un valor máximo de 61.75 °C al cuarto día de elaborado luego esta fue bajando hasta llegar a un valor de 31°C a los 21 días de elaborado.

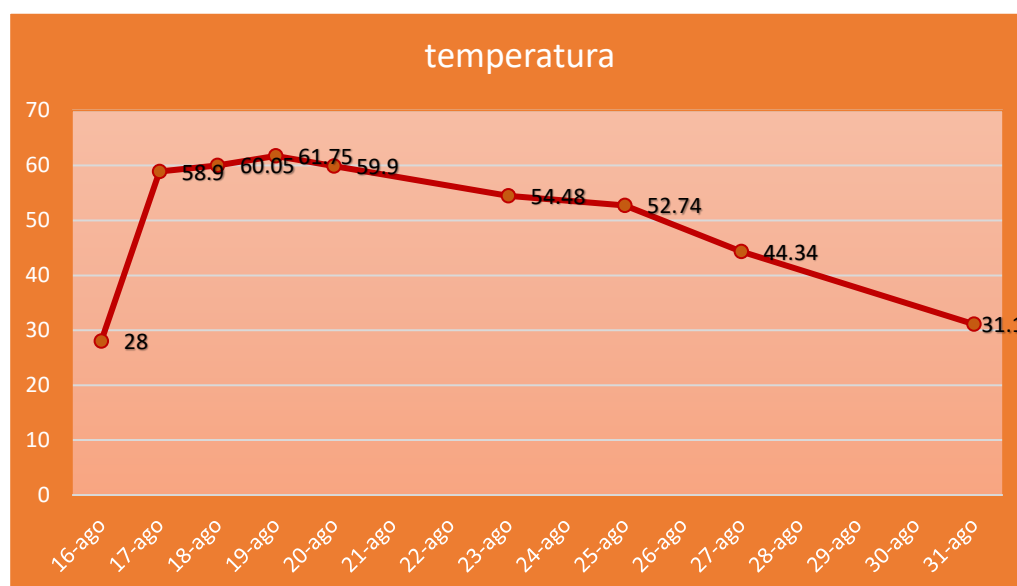


Figura 2. Gráfico de Temperatura.

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente grafico se representa el comportamiento de la humedad en los días reflejados en el periodo 16 al 31 de agosto, en el que se puede observar cómo esta va descendiendo en el primer día un valor de 65% hasta obtener una humedad final de 22.1% de humedad.

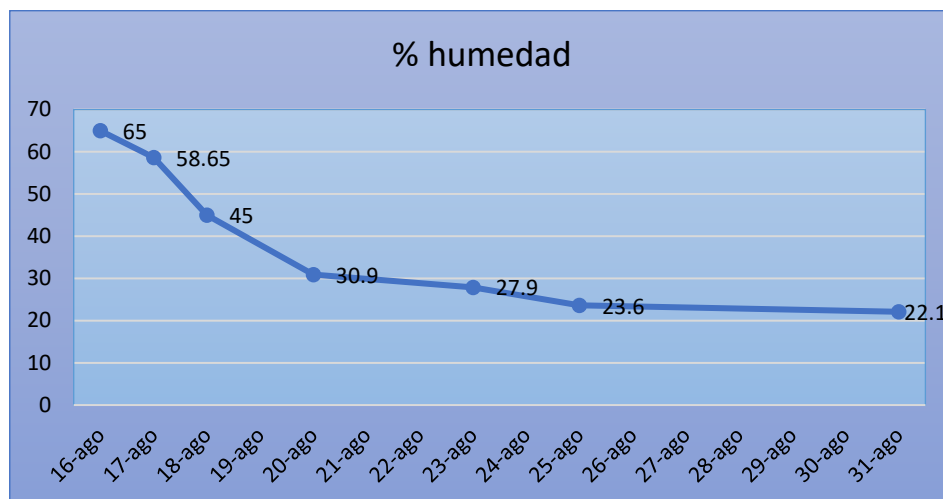


Figura 3. Gráfico de Humedad.

Fuente: Elaboración propia.

#### 7.4 Aporte nutrición del del bocachi

El abono tipo bocachi es un producto con alto valor en fosforo y potasio en cuanto a los resultados obtenidos en el laboratorio CENTA (ver anexo 5).

#### Cuadro 6. Datos de Fosforo y Potasio de laboratorio del CENTA.

Fosforo %	Potasio %
36.7	5644

Fuente: Elaboración propia.

Según la FAO 2011, la melaza Es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos y a su vez es rica en potasio, calcio, fósforo y magnesio; y contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso y hierro. Gallinaza y estiércol de ganado: son las fuentes principales de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micro nutrimentos.

De acuerdo con Ramos et al. 2014. los valores de Fosforo y Potasio el mas alto es de 0.46% y 1.72% en comparación con los datos obtenidos se encuentran arriba de los limites sin embargo Restrepo (2009), Atreverse a comentar o intentar sacar conclusiones generales del análisis químico

de un abono orgánico para compararlo con formulaciones padronizadas comercialmente no es la más correcto dentro del enfoque de la práctica de la agricultura orgánica, los mismos son dos cosas diferentes principalmente cuando consideramos la importancia de los materiales orgánicos con que son elaborados y sus efectos benéficos para el desarrollo de la microbiología y la recuperación de la estructura de los suelos

Finalmente, con los resultados obtenidos se sugiere investigaciones en campo mediante la aplicación del abono orgánico bocashi elaborado con residuos sólidos como enmienda orgánica al suelo y plantaciones ya que provee al suelo la cantidad de macro y micro nutrientes necesaria y cumplir con el correcto desarrollo de los cultivos. El uso de los residuos sólidos no solo se vuelve una alternativa a la hora de elaborar un abono orgánico; sino también es una forma de reutilizar los residuos que fácilmente pueden terminar como grandes fuentes de contaminación ambiental.

### **7.5 Comparación de otros bocashi**

Con base en la experiencia de las visitas de campo y a la bibliografía consultada un denominador común para la elaboración de abono orgánico tipo bocashi es el uso de estiércol de bovino y gallinaza ya que es uno de ingredientes que generan un mayor aporte nutricional, Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad de la tierra con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos (Restrepo Rivera y Hensel 2009).

No hay una receta o formula en específica para su elaboración sin embargo algo muy importante que resaltar es que su elaboración se ajusta a la condiciones y materiales existentes en las fincas, los materiales no son fijos, existen alternativas locales con las cuales se puede hacer un abono y hasta de mejor calidad (Restrepo Rivera y Hensel 2009).

En el caso del abono orgánico tipo bocashi producido en la Estación Experimental fue hecho con los recursos existentes y de fácil acceso del cual comparando recetas de diferentes autores se tomaron los ingredientes más comunes y disponibles en la Estación Experimental ver cuadro 7.

## Cuadro 7. Comparativo de los ingredientes básicos para elaborar abono tipo bocashi.

Cuadro comparativo de Elaboración de abono tipo bocashi			
Ingredientes de la EEP	Ingredientes según CENTA y el JICA 2012	Ingredientes según Restrepo 2007	Ingredientes según Martínez V. 2021
Sacate	Melaza	Levadura	M.O
Estiércol	M.O. líquidos	Melaza	Pulimento de arroz
Pulimento	M.O. solidos	Pulidura de arroz	Carbón
Gallinaza	Pulimento de arroz	Carbón	Burril de ganado vacuno
Tierra	Granza	Gallinaza	Harina de roca
H. Roca	Carbón	Cascarilla de arroz	Cenizas
M.O + Melaza	Agua	Tierra	M.O. líquidos
-	gallinaza	-	Gallinaza
-	Estiércol de bovino	-	Tierra
-	tierra	-	Cal
-	-	-	Melaza

Fuente: tomado de CENTA y el JICA 2012, Restrepo 2007, Martínez V. 2021

### 7.6 Prácticas de manipulación de residuos en la Estación Experimental

Actualmente en la Estación Experimental se manejan BPDR (Buenas Prácticas de disposición de residuos) información brindada por el director de la Estación Experimental en la cual consiste en:

- ✓ No mezclar estiércol de diferentes especies animales.
- ✓ La gallinaza y pollinaza se usan en seco.
- ✓ Son almacenados por periodos corto de tiempo para evitar moscas en el área.

### 7.7 Buenas prácticas de manufactura para la elaboración de abono orgánico tipo bocashi en sacado

Para la realización del abono orgánico tipo bocashi ensacado se establecen las siguientes BPM:

- ✓ Adecuar el área de fermentación y preparación.
- ✓ Sacos de nailon y limpios.
- ✓ Homogenizar la mezcla previamente.
- ✓ Embolsar la mezcla.
- ✓ Sellar los sacos con pita no muy ajustadas.
- ✓ Al momento de estibarlos dejarlos con una separación de 10 cm entre saco para mayor ventilación.
- ✓ Rotular los sacos para su identificación.
- ✓ Rotar los sacos cada día mientras se lleva a cabo la fermentación.



### 7.8 Análisis de beneficio-costo y ambiental

Para los cálculos de costos se hizo mediante la herramienta calculadora de costos de producción en el cual se aprecia el valor de unidad producida de quintal ver anexo x.

Según la FAO (2011) El costo para la elaboración del bocashi depende principalmente de la disponibilidad de los materiales y de la distancia a que se encuentran los mismos. Además, se produce una reducción de costos de producción, ya que el precio de los fertilizantes sintéticos es alto en el mercado comparado con el costo del Bocashi, permitiendo mejorar de esa manera la rentabilidad de los cultivos.

Se consultaron con algunos productores sobre los precios del quintal de bocachi y obtuvimos los siguientes valores ver cuadro 8:

**Cuadro 8. Precios de bocashi de diferentes productores.**

Precios de Bocachi	
Productor	Precio \$/qq
AMER consultores	0.65
Eco-cormic	8
Víctor Martínez	6
Israel Morales	5
<b>EEP</b>	4.06

Fuente: Elaboración propia

En base a los costos obtenidos en la elaboración del abono tipo bocachi en la Estación Experimental con relación a los precios son menores que los consultados y solamente AMER Consultores presenta un precio menor a los de los productores consultados cabe mencionar que el precio de AMER Consultores es para el bocashi de inicio.

Su producción en la Estación Experimental es factible de manera que la mayoría de sus ingredientes e insumos se encuentran a disposición solo se requiere de la compra de harina de roca y el pulimento de arroz lo cual son de fácil acceso.

De acuerdo con Restrepo 2009, No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, en relación al beneficio ambiental dado a la técnica utilizada de ensacado ayuda a controlar los olores producidos en la

fermentación de los ingredientes ya que este es uno de los factores que mayormente se presenta en su elaboración.

## **8 CONCLUSIONES**

En conclusión, el estudio coincide con los autores en cuanto a la elaboración del abono no se requiere de ingredientes específicos sin embargo si mantener una relación carbono-nitrógeno que garantice la fertilidad del suelo y las plantas.

Considerando las diversas teorías experiencias expuestas, se concluye que los ingredientes comunes mencionados por diferentes autores sirvieron de base para crear una formulación ajustable a los recursos disponibles en la Estación Experimental.

Para la elaboración del abono tipo bocachi mediante la técnica de estiba se pudo determinar que es una forma práctica reduciendo el trabajo de volteo diario y a la misma vez se puede llevar un control de las condiciones ambientales.

En relación a la temperatura y la humedad registrada en la práctica se pudo verificar que estas fueron similares a las consultas de las bibliografías comportándose en los rangos normales.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador); JICA (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional, Japón). 2012. Abono Tipo Bokashi (en línea). San Salvador, El Salvador. 6 p. Consultado 12 may. 2021. Disponible en [https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable\\_01.pdf](https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_01.pdf)
- Corrales Garriga, I. 2000. Tecnología para la Fertilización con gallinaza y fertilizante mineral en Guayabo (*Psidium guajaba* L.). (en línea). Tesis. MSc. Cuba. Universidad de Camaguey. 50p. Consultado 30 agos. 2021. Disponible en <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/tesis/index/assoc/HASH2143.../doc.pdf>
- Edwin Cendales. 2011. Producción de biogás mediante la cogestión anaeróbica de la mezcla de residuos cítricos y estiércol bovino para su utilización como fuente de energía renovable. (en línea). Bogotá, Colombia. Consultado 2 sep. 2021. Disponible en [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45153202/edwindariocendalesladino.2011.parte1-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1631687050&Signature=KlxSyw1JSPIJdZ~Iy2eHvbyROMK03AY7Adr vXFafQ-YBJMlmyuNGi7iC0DWQqH92sIqMT4NgsdhsQ~o3kmGzKpatVb9wxtx-T~t4VNEWRksRQsMdqyJYRp5-FBBvMs0x-NzxH6VD1WC6AxaMAjz0JS0-uyRgCjmtAzeW1fiIWgRGF-jS7oxIfK26NHdRbzpo70UBzKo77Qu0318aGeZNIKVqKEmNd0M2czffg1H305NnYyVwoB1HFull1XS1ctqa-OGSGZgkc~PXmvF6JbdULGHfg-LorboWOr07-jGTm~P62dOIN0tL2u4VQSK5hvLHrqhiUU6UgdTv3hINMQWAQ\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45153202/edwindariocendalesladino.2011.parte1-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1631687050&Signature=KlxSyw1JSPIJdZ~Iy2eHvbyROMK03AY7Adr vXFafQ-YBJMlmyuNGi7iC0DWQqH92sIqMT4NgsdhsQ~o3kmGzKpatVb9wxtx-T~t4VNEWRksRQsMdqyJYRp5-FBBvMs0x-NzxH6VD1WC6AxaMAjz0JS0-uyRgCjmtAzeW1fiIWgRGF-jS7oxIfK26NHdRbzpo70UBzKo77Qu0318aGeZNIKVqKEmNd0M2czffg1H305NnYyVwoB1HFull1XS1ctqa-OGSGZgkc~PXmvF6JbdULGHfg-LorboWOr07-jGTm~P62dOIN0tL2u4VQSK5hvLHrqhiUU6UgdTv3hINMQWAQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- FAO 2011. Elaboración y uso de bocashi. (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 8 nov. 2021. Disponible en: <https://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>
- Feican M. 2011. Manual de producción de abonos orgánicos. (en línea). Consultado 8 de febrero 2022. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2396/1/MANUAL%2089.pdf>
- Francina Sole y Xavier Flotasts. s.f. Guía de técnicas de gestión ambiental de residuos agrarios. (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 5 sep. 2021. Disponible en [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/6584/Gu%C3%ADa\\_residuos\\_agrarios\\_ESP.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/6584/Gu%C3%ADa_residuos_agrarios_ESP.pdf)

- Gonzales Paniagua, V A; Gonzales Peña, J F; Montoya Sánchez, J A. 1996. Efecto de la aplicación de compost y sistemas de labranza sobre el suelo y en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L) San Luis Talpa La Paz. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. p 5,88.
- Guardado López, E. 2012. Gallinaza y bocashi: ventajas de su aplicación. San Salvador, SV. AVES. 2p
- INTA s.f. Elaboración de abonos orgánicos. (en línea). Consultado 8 nov. 2021. Disponible en: <https://inta.gob.ni/project/elaboracion-de-abonos-organicos/>
- José Roca. 2020. Análisis y evaluación actual del abono tipo bocachi como alternativa ecológica ante los agroquímicos. (en línea). Orihuela, España. Consultado 27 sept. 2021. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Ormeno-2/publication/273321490\\_Preparacion\\_y\\_aplicacion\\_de\\_abonos\\_organicos/links/54fe8ae00cf2eaf210b32c72/Preparacion-y-aplicacion-de-abonos-organicos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Ormeno-2/publication/273321490_Preparacion_y_aplicacion_de_abonos_organicos/links/54fe8ae00cf2eaf210b32c72/Preparacion-y-aplicacion-de-abonos-organicos.pdf)
- López, JD; Díaz Estrada, A; Martínez Rubin, E; Valdez Cepeda, RD. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz (en línea). Chapingo, MX. TERRA. Consultado 30 agos. 2021. Disponible en [www.redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57319401.pdf](http://www.redalyc.uaemex.mx/pdf/573/57319401.pdf)
- Marco Vásquez, DG. 2011. Abonos orgánicos. (en línea). Honduras. Consultado 28 agos. 2021. Disponible en [www.pymerural.org/abonos/](http://www.pymerural.org/abonos/)
- Martínez, V. 2021. Curso de Especialización “Gestión Integral de Sistemas Productivos Agroecológicos” (en línea). *In* Abonos orgánicos sólidos: Bocashi. (10, 2021, San Salvador, El Salvador). Consultado 20 ago. 2021. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1LXSgMyJ1pXDmGDVfj-B9zm3D8IEWikY1/view>
- Ortiz Wilches. s.f. Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombriabono. (en línea). Consultado 9 junio 2021. Disponible en: [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)
- Otero Leal. 2019. propuesta de producción de bioabono a partir de estiércol bovino de la finca el valle, Subachoque, Cundinamarca. (en línea). consultado 9 junio 2021. disponible en: <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7712/1/6142415-2019-2-iq.pdf>
- Portal frutícola 2018. Formulación y dosis para preparación de bocashi un abono orgánico. (en línea). Consultado 8 nov. 2021. Disponible en:

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/07/09/formulacion-y-dosis-para-preparacion-de-bocashi-un-abono-organico/>

Quintanilla et al. 2013. INCIDENCIA DEL BOCASHI, GALLINAZA Y SU COMBINACIÓN CON FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA MEJORA DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y EN LOS RENDIMIENTOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.), SAN JUAN OPICO, LA LIBERTAD. (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado 4 sept. 2021. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4670/1/13101476.pdf>

Ramos et al. 2014. ABONO ORGÁNICO ELABORADO A PARTIR DE RESIDUOS DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANOS EN BOCAS DEL TORO, PANAMÁ. DAVID R. AT EL. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230070011.pdf>

Restrepo 2007. Manual práctico el A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. (en línea). Managua NI. SIMAS.262 p. consultado 20 agos. 2021. Disponible en [https://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/El\\_ABC\\_de\\_la\\_agricultura\\_organica\\_y\\_harina\\_de\\_rocas.pdf](https://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/El_ABC_de_la_agricultura_organica_y_harina_de_rocas.pdf)

Restrepo Rivera, J; Hensel, J. 2009. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra (en línea). Cali, Colombia. 316 p. Consultado 3 sep. 2021. Disponible en <http://agroecologiar.com/wp-content/uploads/2019/07/Jairo-Restrepo-Julius-Hensel-Manual-Practico-de-Agricultura-Organica-y-Panes-de-Piedra.pdf>

Shintani, M; Leblanc, H; Tabora, P. 2000, Bocashi: abono orgánico fermentado. (en línea) Guácimo, Limón, CR. EARTH. 25p. consultado 20 agos. 2021. Disponible en [www.reboreda.es/Documentos/el%20libro%20del%20bokashi.pdf](http://www.reboreda.es/Documentos/el%20libro%20del%20bokashi.pdf)

## 10 ANEXOS

### Anexo 1. Pesaje y creación de capas del abono tipo bocachi.



Anexo 2. Volteo y empackado de abono tipo bocachi.







Anexo 3. Toma y registro de temperatura y % humedad.




#### Anexo 4. Producto final y muestra de abono para análisis.




## Anexo 5. Calculadora de costos de producción de bocashi.


<b>CALCULADORA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE BOCASHI</b>				
	<b>CANTIDAD A PRODUCIR</b>	<b>UNIDAD</b>		
	8	qq		
	<b>COSTO POR UNIDAD DE PRODUCTO</b>	<b>\$ 4,06</b>		
<b>COSTOS DE LOS INGREDIENTES</b>				
<b>INGREDIENTES</b>	<b>PORCENTAJE DE INCLUSIÓN (%)</b>	<b>CANTIDADES A UTILIZAR</b>	<b>COSTO UNITARIO (\$)</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>
Gallinaza	35	2,8	1,00	2,80
Zacate molido	8	0,6	-	-
Pulidura de arroz o salvado de arroz	10	0,8	10,00	8,00
Harina de roca	5	0,4	4,00	1,60
Tierra colada	30	2,4	-	-
Melaza	2	5,2	0,13	0,67
Microorganismos de montaña líquidos activados (MML)	8	29,0	0,25	7,26
Agua	2	7,3	0,02	0,15

Anexo 6. Resultado de análisis de laboratorio CENTA.





**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL**  
**CENTA "ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS**  
 TEL. 2397-2248      Correo electronico: [labsuelos@centa.gob.sv](mailto:labsuelos@centa.gob.sv)



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA  
Y GANADERÍA

No. Carta	No. Muestra	Nombre del productor	Nombre de la Finca	Canton	Municipio	Departamento	Identif.	Profundidad	Utilizará riego Si ó No	Cultivo a fertilizar	Responsable	Agencia
C240	m308	FÁTIMA RAMOS	EEXP-UES	TALCUALUYA	SAN LUIS TALPA	LA PAZ	PARCELA AGROECOLOGICA	25-30cm	SI GOTEO	GRANOS BASICOS	FATIMA RAMOS	SAN LUIS TALPA

No. Muestra	Textura	pH en agua 1:2.5	Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> )	Potasio (mg kg <sup>-1</sup> )	GEOREFERENCIAS		ALTITUD
m308	SIN TEXTURA	8.20 FUERTEMENTE ALCALINO	367 MUY ALTO	5,646 MUY ALTO	13.4667	89.083313	

SIN TEXTURA: es prácticamente un sustrato, predomina más la materia orgánica que el suelo propiamente.