

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**Eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo, Moquegua**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Bray Marino Berrios Rodriguez

Erick Caleb Villegas Ruiz

**Asesor:**

PhD. Leonor Segunda Bustinza Cabala

Lima, Diciembre 2020

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

PhD. Leonor Segunda Bustinza Cabala, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EFICIENCIA DEL USO DE BOCASHI PARA LA NUTRICIÓN DEL SUELO AGRÍCOLA EN UNA PARCELA UNIFAMILIAR EN ILO, MOQUEGUA”** constituye la memoria que presenta los Bachiller(es) Bray Marino Berrios Rodríguez y Erick Caleb Villegas Ruiz para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 18 días del mes de enero del año 2020



---

Nombres y apellidos del asesor

# ACTA DE SUSTENTACIÓN

252

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 22 días día(s) del mes de diciembre del año 2020 siendo las 8:00 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Ilana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez**, el secretario: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, y los demás miembros: **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, **Ing. Nancy Curaal Rafael** y el asesor **PhD. Leonor Segunda Bustinza Cabala**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: **"Eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo - Moquegua"**

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) **BRAY MARINO BERRIOS RODRIGUEZ** y

.....b) **ERICK CALEB VILLEGAS RUIZ** .....

.....conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)/s candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a) ..... **BRAY MARINO BERRIOS RODRIGUEZ** .....

| CALIFICACIÓN    | ESCALAS   |         |                  | Mérito               |
|-----------------|-----------|---------|------------------|----------------------|
|                 | Vigesimal | Literal | Cualitativa      |                      |
| <b>APROBADO</b> | 18        | -       | <b>Muy Bueno</b> | <b>Sobresaliente</b> |

Candidato (b): ..... **ERICK CALEB VILLEGAS RUIZ** .....

| CALIFICACIÓN    | ESCALAS   |         |                  | Mérito               |
|-----------------|-----------|---------|------------------|----------------------|
|                 | Vigesimal | Literal | Cualitativa      |                      |
| <b>APROBADO</b> | 18        | -       | <b>Muy Bueno</b> | <b>Sobresaliente</b> |

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)/s candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente  
Mg. Ilana del Carmen  
Gutiérrez Rodríguez

\_\_\_\_\_  
Secretario  
Mg. Jackson Edgardo  
Pérez Carpio

\_\_\_\_\_  
Asesor  
PhD. Leonor Segunda  
Bustinza Cabala

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Mg. Joel Hugo  
Fernández Rojas

\_\_\_\_\_  
Miembro  
Ing. Nancy Curaal  
Rafael

\_\_\_\_\_  
Candidato(a) (a)

Bray Marino Berrios Rodriguez

\_\_\_\_\_  
Candidato(a) (b)  
Erick Caleb Villegas  
Ruiz

## **Dedicatoria**

Dedicamos este Proyecto de Investigación a nuestros padres, quienes fueron nuestro apoyo y guía en todo momento.

A nuestras familias, quienes nos dieron ánimos para seguir con este arduo camino.

## **Agradecimientos**

Ante todo, agradecemos a Dios, quien nos acompañó en todo momento durante la elaboración y ejecución, del presente trabajo.

A nuestras respectivas familias, quienes fueron fuente de inspiración y superación.

A nuestra asesora PhD. Leonor Segunda Bustinza Cabala, quien nos asistió durante todo este proceso.

A nuestros amigos y docentes de la Universidad, quienes nos motivaban a ser persistentes.

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>RESUMEN</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>CAPITULO I</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>1.1. Identificación del Problema</b> .....                                  | <b>13</b> |
| <b>1.2. Justificación de la Investigación</b> .....                            | <b>16</b> |
| <b>1.3. Presuposición Filosófica</b> .....                                     | <b>17</b> |
| <b>1.4. Objetivos</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>CAPITULO II</b> .....   | <b>20</b> |
| <b>2. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b> .....                                      | <b>20</b> |
| <b>2.1. Marco legal</b> .....  | <b>20</b> |
| <b>2.2. Antecedentes</b> .....   | <b>22</b> |
| <b>2.3. Abonos</b> .....   | <b>30</b> |
| <b>2.4. Abonos Orgánicos</b> .....   | <b>31</b> |
| <b>2.4.2. Beneficios mediante fertilización Orgánica</b> .....                 | <b>34</b> |
| <b>2.5. Abono Orgánico Bocashi (AOB)</b> .....                                 | <b>34</b> |
| <b>2.6. Insumos del Abono Orgánico Bocashi</b> .....                           | <b>37</b> |
| <b>2.7. Ejemplos de Bocashi</b> .....  | <b>41</b> |
| <b>2.8. Elaboración del Bocashi</b> .....                                      | <b>45</b> |
| <b>2.9. Proceso de Fermentación del Bocashi</b> .....                          | <b>48</b> |
| <b>2.10. Dosis a utilizar de Bocashi</b> .....                                 | <b>49</b> |
| <b>2.11. Tiempo requerido para la elaboración del abono tipo Bocashi</b> ..... | <b>50</b> |
| <b>2.12. Parámetros de Evaluación</b> .....                                    | <b>51</b> |

|                                     |  |           |
|-------------------------------------|--|-----------|
| 2.13.                               | Relación Carbono – Nitrógeno .....   | 54        |
| 2.14.                               | Microorganismos en el proceso de elaboración del Bocashi .....                   | 54        |
| 2.15.                               | Inoculante Microbiano .....  | 55        |
| 2.16.                               | Efecto de la aplicación de microorganismos inoculantes .....                     | 55        |
| 2.17.                               | Tamaño de las partículas de los Ingredientes.....                                | 56        |
| 2.18.                               | Ventajas, desventajas, e influencia del Bocashi en el mejoramiento del<br>suelo. | 57        |
| 2.19.                               | Suelo.....   | 60        |
| 2.20.                               | Bocashi como alternativa nutricional para suelos.....                            | 63        |
| 2.21.                               | Evaluación de la madurez y la estabilidad del Abono Orgánico .....               | 64        |
| <b>CAPITULO III.....</b>            |  | <b>65</b> |
| <b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b> |  | <b>65</b> |
| 3.1.                                | Lugar de Ejecución .....   | 65        |
| 3.2.                                | Clima.....   | 65        |
| 3.3.                                | Temperatura .....  | 66        |
| 3.4.                                | Precipitación .....  | 66        |
| 3.5.                                | Caracterización del suelo del distrito de Pachocha .....                         | 66        |
| 3.6.                                | Tipo de estudio .....  | 68        |
| 3.7.                                | Tipo de investigación.....   | 68        |
| 3.8.                                | Diseño de investigación.....   | 68        |
| 3.9.                                | Materiales y Equipos .....   | 68        |
| 3.10.                               | Toma de muestras .....   | 69        |

|                          |   |                               |
|--------------------------|---|-------------------------------|
| 3.11.                    | Análisis de los Parámetros Químicos .....                       | 70                            |
| 3.12.                    | Análisis de los Parámetros Químicos .....                       | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.13.                    | Diseño Estadístico .....  | 71                            |
| 3.14.                    | Variables de Estudio .....                                      | 71                            |
| 3.15.                    | Análisis Estadístico.....                                       | 71                            |
| 3.16.                    | Diagrama Metodológico .....                                     | 72                            |
| <b>CAPITULO IV .....</b> |   | <b>73</b>                     |
| 4.1.                     | <b>RESULTADO Y DISCUSIONES .....</b>                            | <b>73</b>                     |
| 4.2.                     | Antecedentes de las propiedades de las Enmiendas Orgánicas..... | 82                            |
| <b>CAPÍTULO V.....</b>   |   | <b>90</b>                     |
| 5.1.                     | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                     | <b>90</b>                     |
| <b>ANEXOS .....</b>      |   | <b>91</b>                     |
| 6.                       | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>                         | <b>100</b>                    |

## INDICE DE TABLA

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Tabla N°1: Tipos de abonos orgánico .....</i>  | <i>33</i> |
| <i>Tabla N° 2: Materiales usados en la elaboración de Bocashi.....</i>  | <i>46</i> |
| <i>Tabla N° 3: Efecto de inoculantes microbianos.....</i>   | <i>55</i> |
| <i>Tabla N° 4: Abono orgánico Bocashi, ventajas y desventajas.....</i>  | <i>58</i> |
| <i>Tabla N° 5: Profundidad del muestreo según el uso del suelo .....</i>  | <i>69</i> |
| <i>Tabla N° 6: Diseño en bloques completamente aleatorizado .....</i>   | <i>71</i> |
| <i>Tabla N° 7: Resultado de los Análisis Pre y Post .....</i>   | <i>74</i> |
| <i>Tabla N° 8: Resultado de análisis del abono Bocashi .....</i>  | <i>74</i> |
| <i>Tabla 9. Correlación entre variables.....</i>  | <i>86</i> |
| <i>Tabla N° 10: Propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de bocashi .....</i>   | <i>87</i> |
| <i>Tabla N° 11: Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes vegetales utilizadas en la agricultura orgánica .....</i>  | <i>88</i> |
| <i>Tabla N° 12: Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes de animales utilizadas en la agricultura orgánica.....</i> | <i>89</i> |

## INDICE DE ILUSTRACIONES

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Ilustración 1: Degradación del suelo aspectos físicos, químicos y biológicos.....</i> | <i>62</i> |
| <i>Ilustración 2: Macro - Ubicación del Proyecto de Tesis .....</i>                      | <i>65</i> |

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Efecto del tiempo y la aplicación con Bocashi sobre el pH del Suelo... ¡Error! Marcador no definido.*
- Figura 2: Efecto del Tiempo y la aplicación con Bocashi sobre el CE del suelo.. ¡Error! Marcador no definido.*
- Figura 3: Efecto de la aplicación con Bocashi y el Tiempo de análisis sobre el contenido de carbonatos del suelo..... ¡Error! Marcador no definido.*
- Figura 4: Efecto de la aplicación de Bocashi y el tiempo de toma de muestra sobre el contenido de materia orgánica..... ¡Error! Marcador no definido.*
- Figura 5: Efecto de la aplicación de Bocashi y el tiempo de toma de muestra sobre el contenido de Fósforo..... ¡Error! Marcador no definido.*
- Figura 6: Efecto de la aplicación de Bocashi y el tiempo de toma de muestra sobre el contenido de Potasio ..... ¡Error! Marcador no definido.*

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

- Fotografía 1: Gallinaza..... 91*
- Fotografía 2: Cáscara de Arroz - Residuo ..... 91*
- Fotografía 3: Carbón Molido..... 92*
- Fotografía 4: Melaza..... 92*
- Fotografía 5: Cal agrícola y Levadura ..... 93*
- Fotografía 6: Agua no clorada..... 93*
- Fotografía 7: Balanza ..... 94*
- Fotografía 8: Primer Paso-Juntar todos los materiales a utilizar, previo pesaje ..... 94*
- Fotografía 9: Segundo paso-Mezclar bien todos los materiales..... 95*
- Fotografía 10: Tercer paso-Realizar la prueba del puño, si el agua no se escurre hemos tenido éxito en la elaboración del abono Bocashi ..... 96*
- Fotografía 11: Entrega del área a usar como parcelas..... 97*
- Fotografía 12: Delimitación de las Parcelas ..... 98*
- Fotografía 13: Toma de muestra – Tierra ..... 99*
- Fotografía 14: Abono Bocashi, después de 25 días ..... 99*



## RESUMEN

El objetivo del Proyecto de Investigación es evaluar la eficiencia del Bocashi elaborado por los autores, con el propósito de disminuir el uso de fertilizantes químicos, para esto se hicieron análisis fisicoquímicos del suelo en un pre y post-análisis, de una parcela agrícola unifamiliar, ubicada en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua. Para el proceso de elaboración del Bocashi, se utilizó 25 kg de carbón molido, 15 kg de cascarilla de arroz, 40 kg de gallinaza, 25 kg de tierra común, 01 litro de melaza, 500 gramos de levadura de pan, 05 kg de cal agrícola y 40 litros de agua, y se obtuvo 50 kilos de abono orgánico Bocashi. Este abono tiene un proceso de descomposición aeróbico de materiales de origen vegetal o animal, y como activadores del proceso, generalmente se utilizaron melaza y levadura. La preparación del Bocashi tuvo una duración de 25 días, se tomó 15 días para la recolección de insumos y preparación del terreno. La preparación del bocashi se realizó mezclando los materiales antes mencionados, removiéndose interdiariamente, para así poder controlar la temperatura de la mezcla. Su efecto en el suelo se tomó después de tres y seis meses. Su uso activa y aumenta los niveles de pH (7,75), Conductividad eléctrica (1,32), carbonatos (3,10), materia orgánica (4,05), potasio (175) y fósforo (9,84) estrictamente, de esta manera se mejoraron sus características fisicoquímicas y supliendo al suelo agrícola de nutrientes.

**Palabras Clave:** Abono orgánico, bocashi, aeróbico.

## ABSTRACT

The objective of the Research Project is to evaluate the efficiency of the Bocashi elaborated by the authors, in order to reduce the use of chemical fertilizers, for this, physicochemical analyzes of the soil were made in a pre and post-analysis, of a single-family agricultural plot, located in the district of Pacocha, province of Ilo, department of Moquegua. For the Bocashi production process, 25 kg of ground charcoal, 15 kg of rice husk, 40 kg of chicken manure, 25 kg of common earth, 01 liter of molasses, 500 grams of bread yeast, 05 kg of lime were used. farm and 40 liters of water, and 50 kilos of Bocashi organic compost were obtained. This compost has an aerobic decomposition process of materials of vegetable or animal origin, and as activators of the process, molasses and yeast were generally used. The preparation of the Bocashi lasted 25 days, it took 15 days for the collection of inputs and preparation of the land. The preparation of the bocashi was carried out by mixing the aforementioned materials, stirring interdaily, in order to control the temperature of the mixture. Its effect on the soil was taken after three and six months. Its use activates and increases the levels of pH (7.75), electrical conductivity (1.32), carbonates (3.10), organic matter (4.05) and phosphorus (9.84) strictly, in this way improved their physicochemical characteristics and supplying the agricultural soil with nutrients.

**Key Words:** Organic fertilizer, bocashi, aerobic.

## CAPITULO I

### 1.1. Identificación del Problema

Durante su desarrollo social, el hombre ha mantenido una constante interacción con la naturaleza, obteniendo a base de su trabajo los recursos que ésta le brinda para satisfacer sus necesidades tales como alimento, abrigo, y muchas otras; sin embargo, en los dos últimos siglos, debido a la expansión demográfica y a los avances científicos y tecnológicos aplicados sin una conciencia sustentable, el hombre ha venido ejerciendo una creciente presión sobre la naturaleza, provocando el deterioro de amplias superficies de terreno. (Becerra Moreno, 1998)

Por ello, el desarrollo de la agricultura basada en una producción cada vez más intensa, ha contribuido al uso indiscriminado de fertilizantes, productos químicos y de prácticas culturales que han propiciado la erosión, la pérdida de nutrientes y la contaminación del suelo, en menoscabo de la cantidad de alimentos y de la calidad ambiental. (Hérmendez Rodríguez, Ojeda Barrios, López Díaz , & Arras Vota, 2010)

Diversos países están atravesando una crisis en la sustentabilidad de sus suelos debido a la inadecuada fertilización de los mismos. En China un 19,4% de las tierras agrícolas han sido estimadas como contaminadas con cadmio, níquel y arsénico por el Ministerio de Protección Medio Ambiente. Las vías de contaminación pueden implicar la aplicación de herbicidas, pesticidas, y metales pesados en los fertilizantes. (FAO, 2015)

México, en sus 196 millones de hectáreas, cuenta con riquezas naturales extraordinarias que muestran severos daños. Los suelos están degradados en un 64%, principalmente por erosión hídrica y eólica, sus suelos padecen de pérdida de nutrientes, materia orgánica y organismos microscópicos, asimismo muestran características como compactación, acidificación y otros procesos. (Hernández Rodríguez, Ojeda Barrios, López Díaz , & Arras Vota, 2010)

La revolución de la agricultura, si bien ha permitido grandes logros en este rubro, también ha ocasionado el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas químicos, los cuales han contaminado y deteriorado el suelo, eliminando los insectos y microorganismos (hongos y bacterias) esenciales en el enriquecimiento de los suelos (Altamirano Flores & Cabrera Carranza, 2006).

Ante esta situación, la agricultura moderna considera que la materia orgánica puede ser transformada en una importante fuente de alimento y de energía que les sirve a estos insectos y microorganismos que habitan y enriquecen los suelos agrícolas. Los abonos orgánicos como el biol, el compost y el humus, son importantes alternativas para reemplazar a los fertilizantes sintéticos; ayudando generar mejores cosechas, a cuidar la salud del consumidor, a reducir los costos de producción y coexistir de manera amigable con la naturaleza. (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

La elaboración de abonos orgánicos constituye una práctica importante para el reciclaje de algunos de los desechos generados por la agricultura, agroindustria y ganadería, así como la conversión de estos subproductos en materiales que

puedan utilizarse para la mejora del suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2014). Ya que los residuos orgánicos, sin un debido control pueden generar la proliferación de vectores (moscas, cucarachas, ratas, etc.), causante de diversas enfermedades dérmicas y respiratorias, sin mencionar que son fuente de contaminación paisajística y ambiental. (Jaramillo Henao & Zapata Márquez, 2008)

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES), capacita a agricultores en el uso de abonos orgánicos como el biol con el objetivo de mejorar la capacidad productiva de los suelos, sin degradar los recursos naturales, ni contaminar el medio ambiente (suelos, agua, bosques, etc.)

Asimismo, el Fondo Italiano Peruano (FIP), realiza programas en donde fomenta la elaboración de diversos abonos orgánicos, uno de ellos realizado en la comunidad de extrema pobreza ubicada en la cuenca del Rio San Antonio, distritos de Huayacundo Arma y Cusicancha, provincia de Huaytara, región Huancavelica, el cual tuvo como finalidad capacitar a los pobladores en la elaboración de su propio abono orgánico a base de residuos orgánicos generados, buscando reducir los posibles impactos negativos que podría tener una inadecuada gestión de estos residuos sobre el medio ambiente. (Fondo Italiano Peruano (FIP), 2017)

En el Perú, con el transcurrir de los años los agricultores han empezado a incluir nuevas alternativas de abono para sus cultivos, mediante el empleo de materiales orgánicos en baja escala, sin embargo, el fácil acceso a los fertilizantes en el

mercado ha obstaculizado la promoción de los abonos orgánicos en gran escala. (De la Llana Baca, García López, & Ortega Soza, 2004). Estamos a tiempo de promover en nuestro país alternativas limpias como es el uso de abonos orgánicos, ello con la finalidad de disminuir el índice de degradación de los suelos y el uso indiscriminado de agroquímicos que traen consigo una alta residualidad y persistencia en el ambiente. (Céspedes & Infante, 2012)

Por ello, se desea aplicar y difundir la elaboración de abonos orgánicos, para la disminución de la contaminación causada por los restos de cosechas de cultivos, residuos de origen animal y el uso de fertilizantes sintéticos, es así que se ha impulsado esta investigación con el fin de encontrar una solución para reemplazar estos agroquímicos, evitar enfermedades en la población, y que el producto resultante del proceso de descomposición tenga las características físicas, químicas y biológicas que exige el mercado que conforma el sector dedicado a la producción orgánica en el país y que utiliza el abono como enmienda para fertilizar los cultivos y nutrir el suelo. (Ministerio de Agricultura - Servicio Agrícola y Ganadero , 2014)

## **1.2. Justificación de la Investigación**

El bocashi es una forma de tratamiento de los residuos orgánicos para convertirse en abono natural, y para posteriormente aplicarlos en los suelos y mejorar su fertilidad.

Aunque el bocashi en nuestro país no es de mucho conocimiento, este abono se puede utilizar frecuentemente como mejorador del suelo en la agricultura, jardinería y huerto. (Quinatoa Medina, 2012)

Como ya es de conocimiento, es una necesidad que los suelos sean abonados continuamente para poder rendir, es por ello que los agricultores llegan a comprar grandes cantidades de abonos químicos a altos precios, sin tener en consideración que cuando se emplean abonos químicos en suelos faltos de materia orgánica, el efecto del fertilizante químico disminuye. (Prieto Matiz, Orjuela Villamil, & Cárdenas Torres, 2005) Debido a esta problemática la alternativa planteada es una solución rentable y eficaz, el agricultor podrá elaborar su abono con materia prima que tiene a su alcance y se nutrirán los suelos.

La finalidad es concienciar a la población a corto y mediano plazo, para que impulsen el cuidado de los suelos, mediante la elaboración y uso de técnicas ecológicas, como por ejemplo la técnica de bocashi. Desde esta perspectiva la elaboración de bocashi y su uso como abono orgánico sirve para la recuperación y nutrición de los suelos, también para que el agricultor obtenga productos orgánicos de calidad.

### **1.3. Presuposición Filosófica**

Dios, nuestro creador, dio al hombre la tarea de administrar los recursos naturales de manera que se garantice el equilibrio en la tierra (Gen 1:28), dentro de estos recursos se incluye al agua, aire y suelos, elementos esenciales para la supervivencia de todo ser vivo que habita en la tierra.

Génesis 2:15 “Tomo, pues, el Señor Dios al hombre, y lo puso en el huerto del Edén, para que lo labrará y lo guardase”, como claramente lo dice la biblia

nosotros somos mayordomos de la Tierra, lamentablemente no realicemos un buen trabajo, ya que hoy en día el agua, aire y suelos se encuentren contaminados en gran manera. Una de las alternativas que nos permitirán mantener lo que queda de manera sostenible para nuestras próximas generaciones, es la implementación de una conciencia ecológica, el uso de abonos, bioles, humus, entre otros, son métodos infalibles de enriquecer y cuidar nuestros suelos, y evitar contaminar las fuentes de agua subterráneas al no aplicar fertilizantes químicos, cuidar el aire de la presencia de olores y gases desagradables producidos por estos fertilizantes agroquímicos. Por tanto, velemos por el bienestar de nuestro planeta, que es una de nuestras principales funciones que nos encomendó nuestro padre, usando nuestros recursos naturales de manera consiente pensando en el futuro, dando ejemplo de una buena administración, glorificaremos a nuestro creador.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar la eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar, distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico previo del estado del suelo agrícola, mediante el análisis de sus parámetros físicos (Temperatura, olor, color, textura) y químicos (Potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, fosforo, potasio, carbonatos).
- Reducir la cantidad de residuos orgánicos generados, utilizándolos en la elaboración de Bocashi.

- Determinar la eficiencia del Bocashi, mediante el análisis de sus parámetros fisicoquímicos, con pre y post tratamiento.

## CAPITULO II

### 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. Marco legal

En el Perú el ente regulador, el cual vendría a ser el Ministerio de Ambiente en conjunto con el Ministerio de la Producción, no ha desarrollado lineamientos normados relacionados con la clase de abonos orgánicos y/o parámetros que se deban seguir para su elaboración y usos.

##### 2.1.1. Normativa Nacional

###### 2.1.1.1. *Constitución Política del Perú*

En su artículo 7, se establece que todo ciudadano tiene el derecho al resguardo de su salud, así como de disfrutar de un ambiente balanceado y adecuado al desarrollo de su vida.

###### 2.1.1.2. *Política Nacional del Ambiente y la Ley General del Ambiente*

La gestión y manejo de los residuos sólidos, orgánicos e inorgánicos, se rigen por lineamientos, dentro de los cuales se encuentran:

- Adoptar medidas de minimización en todo el ciclo de vida de los residuos sólidos que se generen por los bienes o servicios, a través de la máxima reducción de volúmenes de generación y características de peligrosidad.
- Fomentar el uso de tecnología, métodos, procesos de producción y comercialización que incentiven el reaprovechamiento y/o disminución de los residuos sólidos, mediante una adecuada gestión de manejo.

## 2.1.2. Normativa Internacional

2.1.2.1. España: Real Decreto 506/2013 - BOE-A-2013-7540;

### *Productos Fertilizantes*

**Anexo V:** Factores a considerar en los productos fertilizantes trabajados a base de residuos y otros materiales orgánicos (abonos orgánicos).

- *% Nitrógeno orgánico:* El porcentaje de nitrógeno orgánico, debe ser al menos un 85% del nitrógeno total, excepto que se dispongan otros valores en los requisitos específicos.
  
- *Humedad:* En abonos orgánicos peletizados o granulados, el porcentaje máximo de humedad, manifestado en masa, será del 14%, a excepción que se dispongan otros valores en los requisitos específicos.
  
- *Granulometría:* En abonos orgánicos y en enmiendas orgánicas, el 90% del producto fertilizante, debe pasar por una malla de 10 mm, a excepción que en los requisitos específicos se dispongan otros valores.
  
- *Límite máximo de microorganismos:*
  - i. La materia prima que será usada como componente en la elaboración de abonos orgánicos de origen animal, deberá ser sometida a un proceso de higienización que asegure que su carga microbiana no supere los valores máximos establecidos en el Reglamento N°1069/2009.
  - ii. Respecto a los productos fertilizantes de origen orgánico, se acreditará que no superen los siguientes niveles máximos de microorganismos:

*Salmonella; deberá estar ausente en 25 gramos del producto elaborado.*

*Escherichia coli*; menor a 1000 NMP por gramo de producto elaborado.

- *Limitaciones de uso*: El producto fertilizante elaborado con materiales de origen orgánico se aplicará en el suelo, acorde a los códigos establecidos en el manual de buenas prácticas agrarias. Asimismo, en zonas designadas como vulnerables la aplicación del mismo se adecuará al programa de actuación establecido.

## **2.2. Antecedentes**

“En los últimos años, en algunos países se está enfatizando la producción de Bocashi, como una alternativa de abono orgánico, aun cuando, la literatura no es del todo precisa en su valor nutricional para los suelos y las plantas”. (Ramos Agüero, Terry Alfonso, Soto Carreño, & Cabrera Rodríguez, 2014)

### **2.2.1. A nivel Internacional**

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), fosforo (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

internacionales establecidas, asimismo la mayor presencia de microorganismos fue de las bacterias, demostrando así actividad microbiana y con ello la calidad del abono.

Producción de Bocashi a partir de desechos de banano: La finca comercial de Earth, tiene una bananera de 280 hectáreas, en el proceso de empaque se producían aproximadamente sesenta toneladas de remanentes (desechos) de banano a la semana. Se utilizaban 10 toneladas de remanentes para la alimentación del ganado, y las 50 toneladas semanales restantes eran desechadas. En el año 2000, después de muchas pruebas y demostraciones exitosas a menor escala, la finca comercial de Earth introdujo la tecnología de Bocashi, logrando excelentes resultados. Empezaron a producir de 20 a 25 toneladas de Bocashi a la semana, sin tener problemas de mal olor, ni moscas. El proceso para convertir al desecho de banano en Bocashi tardaba 14 días. (Shintani, Leblanc, & Tabora, 2000)

Producción de Bocashi en el Establo para el Engorde de Ganado (Semiconfinado) en la EART: La finca comercial EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda), en el año 2000 implemento un proyecto de cría de ganado vacuno en semi-confinamiento. El proyecto constaba de 155 cabezas de ganado que pastoreaban la mayor parte del día, pero permanecían tres horas diarias en el establo para recibir una ración suplementaria de alimento. La estadía de estos animales en el establo, generaba una gran cantidad de excretas, conllevando a que el establo sea limpiado a diario de lo contrario se tenían grandes problemas de malos olores y moscas.

El lavado diario del establo generaba el uso de 25 toneladas de agua potable al mes y unas 26 horas de mano de obra mensuales. Esta agua con excretas (boñiga) y la orina se desechaba al campo sin ser tratada, convirtiéndose en una fuente potente de contaminación ambiental. Para lograr controlar la contaminación, reciclar las excretas y reducir costos; el establo de semi-confinamiento implementó la producción de Bocashi, pero de una forma muy particular, la cual se describe a continuación: (Shintani, Leblanc, & Tabora, 2000)

- a. En lugar de coleccionar las excretas diariamente y amontonarlas o lavarlas. Se colocaba aserrín, por su gran capacidad de absorber líquidos, sobre el piso del establo (30 sacos de aserrín por cada 100 m<sup>2</sup>). A diario se aplica EM diluido (1 parte de EM en 50 partes de agua) por un periodo de 15 días.
- b. A los 15 o 20 días se recolecta con pala el Bocashi compuesto de aserrín, orina y boñiga. Esta es la única ocasión en que se mueve el Bocashi ya que durante los 15 días las vacas se encargan de moverlo con sus patas.
- c. Una vez recolectado, el Bocashi se deja secar por dos o tres días. Una vez concluido este período, este abono podía ser usado directamente, o mezclado con otro Bocashi que contenga mayor cantidad de material vegetal rico en ligninas y sin estiércol.

Según la experiencia vivida en la finca Earth, los resultados de la introducción de esta tecnología han sido extraordinarios, debido a que ahora:

- No se requiere lavar el establo, es decir se ahorran 25 toneladas de agua potable y 26 horas de mano de obra al mes.
- No hay malos olores, ni presencia de moscas.

- Se producen dos toneladas de Bocashi al mes por cada 50 vacas (150 vacas producen seis toneladas de Bocashi por mes, con un valor de \$ 458).
- No se necesita mano de obra para lavar el establo, y no se necesita mano de obra para revolver la boñiga y el aserrín, porque el ganado los revuelve con las patas.
- Se ha evitado la contaminación de los ríos y del ambiente en general.

Shintani, Leblanc & Tabora (2000), mencionan que, en el año 1998, en la producción de maíz en Guacimo, Costa Rica, se realizó una comparación entre el compost, Bocashi, fertilizante químico y un testigo sin aplicación. Para determinar el porcentaje de la masa verde y las mazorcas. Como resultado se obtuvo que el Bocashi produjo 10% más masa que el compost y 20% más masa que el fertilizante químico y 25% más que el testigo. Todo esto con iguales cantidades de los elementos de N, P, K a la hora de aplicar. En las mazorcas se obtuvo el mismo resultado, el tratamiento de Bocashi y el fertilizante químico con los mejores diámetros y longitud comparado con el compost y el testigo.

En la provincia de Chimborazo, Ecuador, con la finalidad de evaluar la eficiencia de los abonos orgánicos, se trabajó con 10 toneladas de Humus de lombriz y 10 toneladas de Bocashi y sus interacciones en tres híbridos de repollo. Los resultados más relevantes obtenidos en esta investigación fueron: La respuesta de los Híbridos: A1: Col de Milán; A2: Col Gloria y A3: Col Morada, fueron muy diferentes. El rendimiento promedio más alto de col se evaluó en el Híbrido Gloria con 62.130 Kg. /Ha, la aplicación de 10 Toneladas/Ha de abono orgánico Bocashi, tuvo el rendimiento promedio más alto de Col con 46,150 Kg. /Ha. Los

componentes del rendimiento que contribuyeron a incrementar el rendimiento de la col fueron: Ancho y longitud de hoja en la cosecha, altura del repollo, diámetro del repollo, longitud y volumen de la raíz en la cosecha. Con esta investigación se demostró que se puede mejorar en gran manera los sistemas de producción locales con la implementación de cultivos alternativos como es el cultivo de repollo con un enfoque de producción orgánica. (Montero Yañez , 2013).

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 aporta una gran flora microbiana al suelo.

### **2.2.2. A nivel Nacional**

Rodríguez, Juscamaita y Vargas (2007), estudiaron el efecto que ejerce el medio EM-Bocashi en el cultivo de la *Tetraselmis suecica* K (microalga verde marina) desarrollado en laboratorio. Para tal estudio se emplearon dos medios nutritivos: uno de ellos fue el medio Yashima como tratamiento control y el medio con componentes orgánicos derivado de un abono orgánico EM-Bocashi. Este último fue aplicado en tres dosis diferentes: 1:1000; 1:1500; 1:2000. Como resultado, se indicó que el tratamiento empleado con medio EM-Bocashi, obtuvo un mejor crecimiento poblacional y que los microorganismos probióticos que contenía este medio en conjunto con la microalga verde marina presento efectos sinérgicos al disminuir la densidad de microorganismos heterótrofos presentes en el cultivo.

Con ello, se puede afirmar que el medio EM-Bocashi presento una mayor eficiencia, para promover el crecimiento del cultivo, mejorando la calidad del ambiente y presentando un menor costo de elaboración con un 98.8% menos que el costo que implicaría producir la microalga verde marina empleando el medio Yashim.

Huamancayo (2012), estudió el efecto del bocashi en las propiedades del suelo y en el crecimiento del cacao (*Theobroma cacao* L.) fase vivero, ubicado en el Fundo “Huamancayo”, caserío de Santa Rosa, distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Huamancayo optó por un diseño completamente al azar, aplicando 4 tratamientos con 3 repeticiones. Los tratamientos estaban con la proporción suelo: bocashi, obteniendo T1 (1:1), T2 (2:1), T3 (3:1) y T4 (Testigo). El mejor resultado en altura y diámetro en planta de cacao lo obtuvo en T1 con 35.98 cm y 0.74 cm respectivamente y el menor lo obtuvo el T4 con 27.20 y 0.60 cm, el pH de mayor contenido lo obtuvo el T1 y T2 con 7.40, en materia orgánica y nitrógeno el mayor contenido lo obtuvo el T1 con 5.56% y 0.25% y el menor fue obtenido con el T4 con 1.95% y 0.09% respectivamente, en fósforo y potasio mayor contenido lo obtuvo en T1 con 15.83 ppm y 364.56 k2O y el menor el T4 con 10.73% y 257.32 k2O, afirmando así que el tratamiento con la proporción suelo: bocashi, es más eficiente, en comparación con otros tratamientos.

Butrón (2015), realizó una investigación en el distrito de Santa Isabel de Siguan, en el departamento de Arequipa. Con la finalidad de determinar el mejor tratamiento; el primero a base de Bocashi y el segundo a base de té de compost,

en el rendimiento de grano seco de frijol, así como determinar la mejor rentabilidad del cultivo. Se estudiaron tres niveles de proporción para el Bocashi (5, 10 y 15 ton. ha<sup>-1</sup>) y dos niveles de té de compost (25% y 50%). Como resultado se obtuvo que el mejor rendimiento fue obtenido por el tratamiento Bocashi con una cantidad de 3,320 Tn. ha<sup>-1</sup> con una rentabilidad de 34.1% siendo esta la mayor rentabilidad de todos los tratamientos.

Guevara y Reyes (2018), indicaron que la pulpa de café que era obtenida del proceso del beneficiado húmedo, era fuente principal de contaminación de cuerpos de agua ubicados cerca de las explotaciones cafetaleras. Frente a esta situación, se planteó como alternativa de solución emplear la pulpa de café como base para elaborar abonos orgánicos y fertilizar el cultivo de lechuga Kristine y lechuga Versai. Para ello, se realizó la comparación entre cuatro tipos de tratamientos: el primer y segundo tratamiento consistía en compost y bocashi elaborados a base de pulpa de café, el tercer y cuarto tratamiento era compost y bocashi, pero elaborados en la Unidad de Agricultura Orgánica, ubicadas en Zamorano.

Se evaluaron los siguientes factores: mortalidad, peso fresco (foliar-radicular) y rendimiento. Cada unidad de tratamiento conto con un área de 2.5 m<sup>2</sup> y con 30 plántulas de lechuga, que tenían una distancia a 25 cm × 25 cm en tres hileras a tresbolillo. Los tratamientos que fueron empleados, a razón previo al trasplante fue de 1.3 kg/m<sup>2</sup> y a los 14 días posterior al trasplante fue de 0.4 kg/m<sup>2</sup>. Se realizo toma de datos a los 14, 21, 28 y 35 días posterior al trasplante.

Los tratamientos aplicados no tuvieron efecto sobre la mortalidad para ambos cultivos. En el caso del cultivo de lechuga Kristine, los abonos con pulpa obtuvieron un mayor rendimiento y crecimiento foliar-radicular. Para el cultivo

de lechuga Versai se observó un mejor rendimiento para los abonos tipo bocashi y un mayor crecimiento foliar-radicular.

Sarmiento, Amézquita & Mena (2019) realizaron una investigación, la cual tuvo por objetivo establecer el efecto de los microorganismos eficaces (EM) y el Bocashi en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). La investigación tuvo lugar en la sección D-1, parcela 106 de la Irrigación Majes, provincia de Caylloma, Arequipa – Perú, en el periodo de febrero a junio del 2017.

Los tratamientos que fueron evaluados se dividen en dos categorías; el primero fue Bocashi empleado en tres niveles: 4, 6 y 8 t·ha<sup>-1</sup> y en segundo EM empleado en dos niveles: 1 y 2 l·t de bocashi<sup>-1</sup> que en combinación generaron seis tratamientos, con 3 repeticiones por cada uno. Antes de iniciar el trasplante de plantas (50% de dosis total) y a los 45 días del trasplante (50% de dosis total) en forma localizada, se realizó la aplicación del tratamiento. Los resultados indicaron que el mayor rendimiento de frutos de fresa fue de 6,942 t·ha<sup>-1</sup>, esto producto de la interacción entre 8 toneladas de Bocashi ha<sup>-1</sup> y 1l de EM·t de bocashi<sup>-1</sup>; logrando así la mejor clasificación de frutos según su calibre: 30% de categoría A (2,083 t·ha<sup>-1</sup>), 35% categoría B (2,430 t·ha<sup>-1</sup>), 25% categoría C (1,736 t·ha<sup>-1</sup>), 6% categoría D (0,417 t·ha<sup>-1</sup>) y 4% de categoría E (0,276 t·ha<sup>-1</sup>). (Sarmiento Sarmiento, Amézquita Álvarez, & Mena Chacón, 2019)

### **2.2.3. A nivel local**

A nivel local no existen antecedentes que detallen proyectos de investigación o artículos científicos sobre abonos orgánicos Bocashi, por lo que este proyecto de

investigación sería el primero en crear el antecedente a nivel local y regional en cuanto al tema, refiriéndonos a la región Moquegua.

### **2.3. Abonos**

De acuerdo con la Real Academia Española (2019), el termino abonar significa “Echar en la tierra laborable o sobre las plantas sustancias que mejoren su fertilidad”.

“El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica que se genera a partir de la presencia de microorganismos en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo”. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2014).

Según Estrada de Luis y Gómez Palacios (2006), indican que el abono es considerado como un sustrato con propiedades para el control de enfermedades o plagas en las plantas, pues es promotor de la actividad biológica desarrollada por los microorganismos del suelo.

La incorporación de abonos orgánicos aporta nutrientes, mejoran la estructura y retienen la humedad en el suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos. En escenarios con sequías frecuentes, un suelo con alto contenido de materia orgánica tendrá mayor capacidad productiva (De la Llana Baca, García López, & Ortega

Soza, 2004). Asimismo, Rafael (2015), menciona que la calidad del abono final dependerá de varios parámetros que intervendrán durante el proceso de maduración y fermentación, algunos de estos parámetros pueden ser el pH, la temperatura, presencia de oxígeno, relación C: N, la humedad, entre otros.

#### **2.4. Abonos Orgánicos**

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mucho, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2014)

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Ramos Agüero & Terry Alonso, 2014)

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del

nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH, también aumentan el potasio disponible, y el calcio y el 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 Agüero & Terry Alonso, 2014)

Según Castro, Henríquez y Bertsch (2009), indicaron que la calidad de un buen abono orgánico se define en base a su contenido nutricional y a su capacidad de este para proveer nutrientes ya sea a un cultivo o al suelo. La clave de este contenido nutricional estará en relación a la cantidad y calidad de materiales utilizados para su elaboración.

#### **2.4.1. Tipos de Abonos Orgánicos**

A continuación, se mencionan los tipos de abono orgánico y sus propiedades. (Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense - CEDECO, 2005)

Tabla N°1: Tipos de abonos orgánico

| Grado de Procesamiento | Tipo de abonos                           | Descripción   |
|------------------------|--|---|
| <b>Procesado</b>       | Bocashi                                  | Bocashi significa fermento suave siendo de origen japonés, se requiere de 10 a 15 días para que esté listo, sin embargo, es mejor si se aplica después de los 25 días, tiempo suficiente para que pase por un proceso de maduración.  |
|                        | Compost                                  | Es considerado como un abono que surge del proceso de descomposición de diferentes materiales orgánicos, este proceso está a cargo de micro y macro organismos que se desarrollan en presencia oxígeno y otros gases. Es considerado un excelente abono. (Infoagro, 2004). El proceso de elaboración puede durar aproximadamente hasta 3 meses. |
|                        | Lombricompost                            | El abono a base del humus de lombriz es rico en microorganismos beneficiosos en la relación suelo-planta; sin contar que las lombrices tienen la capacidad de neutralizar el pH del suelo y hacer que los elementos nutritivos se solubilizan.  |
|                        | Abonos orgánicos foliares o biofermentos | Estos abonos se caracterizan por ser líquidos. Se obtienen mediante la biofermentación en un medio líquido, de excreta de animales (vacuno), hoja de plantas y frutas con activadores, pueden ser aeróbicos (proceso en presencia de aire) o anaeróbicos (proceso con ausencia de aire).  |
| <b>Sin Procesar</b>    | <b>Sólidos</b>                           |   |
|                        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Residuos de cosecha</li> <li>- Residuos de poda</li> <li>- Residuo de postcosecha</li> <li>- Residuos de mataderos</li> <li>- Abonos verdes y arropo</li> </ul>  |
|                        | <b>Efluentes:</b>                        |   |
|                        |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulpa de café</li> <li>- Desechos de origen animal</li> <li>- Residuos de la industria azucarera</li> </ul>  |

Fuente: CEDECO, 2005

#### **2.4.2. Beneficios mediante fertilización Orgánica**

Según Alberto, Raudel, Enrique Rosa & Victor (2008), indicaron que la utilización de materia orgánica humificada, aportaba en gran manera nutrientes y funcionaba como base para la formación de múltiples compuestos que sostienen la actividad microbiana. Asimismo, incorporada ejercería distintas reacciones en el suelo tales como:

- Estimulación del desarrollo de las plantas.
- Elevación en la capacidad tampón (CT) de los suelos.
- Mejoramiento en la estructura del suelo, pues facilita la formación de agregados estables, mejorando su permeabilidad, aumentando la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuyendo está en suelos arcillosos.
- Mejoramiento en la retención de humedad del suelo y la capacidad de este respecto a la retención de agua
- Mejoramiento y regularización de la velocidad de infiltración del agua, llegando a disminuir la erosión producida por el escurrimiento superficial.
- Favorece la disponibilidad de micronutrientes tales como hierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn) para la planta.

#### **2.5. Abono Orgánico Bocashi (AOB)**

Se ha estimado que aproximadamente 1.4 billones de personas, dependen de la producción agrícola, que trabajan con diferentes limitantes tanto ambientales como económicos y sin un debido acceso a la tecnología agrícola moderna. (Álvarez Solís, Mendoza Núñez, & León Martínez , 2016)

Bocashi es un abono orgánico que puede ser parte de las herramientas utilizadas para el manejo sostenible del suelo. (Quiroz & Céspedes, 2019) El acondicionador de suelo Bocashi, tiene como objetivo aportar en la resiliencia del microbiota natural y sus asociados, enriqueciendo la materia orgánica de los suelos. (Cristina Scotton, y otros, 2017)

Los abonos orgánicos pueden evaluarse a través de la germinación de semillas solos o en mezclas con el suelo. La determinación del índice de germinación indica la presencia de sustancias fitotóxicas y se considera internacionalmente como uno de los ensayos para determinar madurez de un compost (Meléndez y Soto, 2003).

El Bocashi ha sido utilizado como abono orgánico por los agricultores japoneses desde hace algunos años. Bocashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. Este abono tiene un proceso de descomposición aeróbico de materiales de origen vegetal o animal. Su uso activa y aumenta el porcentaje de microorganismos en el suelo, mejorando sus características físicas y supliendo a las plantas con nutrientes. La enmienda tipo Bocashi es un abono orgánico que se puede elaborar con diversos materiales locales, por lo que se pueden variar la materia prima disponible en la región. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2014)

Es una receta japonesa basada en volteos frecuentes y temperaturas por debajo de los 45-50°C, hasta que la actividad microbiana reduce al disminuir la humedad del material. Se considera un proceso de compostaje incompleto, sin embargo,

algunos autores lo han considerado como un abono orgánico “fermentado” (Restrepo, 2000), siendo un proceso enteramente aerobio.

Antiguamente, para la preparación del abono orgánico Bocashi, los agricultores japoneses empleaban materiales orgánicos tales como; torta de soya, semolina de arroz, harina de pescado y también se empleaba suelos de bosque como inoculante microbiano. Estos suelos contenían diversos microorganismos que eran beneficiosos para el proceso de fermentación del abono orgánico. (Meléndez & Soto, 2003).

### **2.5.1. Historia**

La tecnología de Bocashi, abono orgánico fermentado fue introducida a Costa Rica desde Japón hace más de 15 años como una tecnología alternativa para producir abono orgánico (Piedrahita Gaviria & Caviedes Albán, 2012). Hoy en día, muchos agricultores conocen la palabra Bocashi y están produciendo y utilizando Bocashi en sus campos de cultivo. El Bocashi se prepara tradicionalmente con los desechos de origen animal y/o de origen vegetal mezclando con tierra de bosque como inóculo para estimular el proceso en la elaboración de abono orgánico (Gómez Tequia & Tovar Gil, 2008)

En Costa Rica, el uso de abonos orgánicos se inició especialmente entre los productores del país, consecuentes con el principio fundamental que establece el mejoramiento de los suelos como la base para el desarrollo de este sistema de producción (Meléndez & Soto, 2003)

La producción de abonos orgánicos es de bajo costo, y por estas razones se pueden extender fácilmente por Centroamérica a otros países, sin embargo, es importante la aplicación de las tecnologías apropiadas en cada lugar. El interés de los investigadores en los últimos tiempos se ha enfocado hacia la exportación de varias alternativas y entre ellas el Bocashi cuyo manejo en sistemas de producción es hasta en un 80%. (Restrepo, 2000).

## **2.6. Insumos del Abono Orgánico Bocashi**

Los principales aportes de los ingredientes utilizados para elaborar el abono orgánico tipo bocashi y que se ha tomado como referencia se mencionan en el Manual Interactivo “Elaboración y Uso del Bocashi”, elaborado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, país ubicado en Centro América.

A continuación, se hace una breve descripción de cada insumo: (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador , 2017)

- El carbón vegetal.

Es conocido por mejorar las características físicas de la tierra, facilitando una mejor distribución entre las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía). Debido a su grado de porosidad es de beneficio para la actividad macro y microbiológica de la tierra, funcionando como una “esponja sólida”, la cual tiene las propiedades de conservar, filtrar y liberar gradualmente nutrientes necesarios a las plantas, reduciendo la pérdida y el lavado de éstos en la tierra. Por tanto, las partículas de carbón permiten una excelente oxigenación del abono, de este modo no existen inconvenientes en el proceso aeróbico de la fermentación, otra

propiedad que posee este elemento es la de funcionar como un regulador térmico del sistema radicular de las plantas, convirtiéndolas en más resistentes contra las bajas temperaturas que se registran en algunas regiones durante la noche (Restrepo, 2000).

- La gallinaza

Es la principal fuente de nitrógeno en la preparación de abonos orgánicos fermentados. Su contribución consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad del suelo, con algunos nutrientes, principalmente con potasio, fósforo, calcio, hierro, magnesio, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos. Puede aportar inóculo microbiológico y otros materiales orgánicos en menor o mayor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, físicas y químicas del suelo donde se aplicarán los abonos.

- La cascarilla de arroz.

Es uno de los ingredientes que enriquecen las características físicas de la tierra y de los abonos orgánicos, facilitando la absorción de humedad, la aireación y el filtrado de nutrientes. Asimismo, acrecenta la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y rico del sistema radicular de las plantas, así como de su actividad simbiótica con la microbiología de la rizosfera. Es, además, una fuente fértil en silicio, lo que favorece a los vegetales, pues los hace más resistentes a los ataques de insectos y enfermedades. A largo plazo, se convierte en una fuente de humus. En la forma de cascarilla semi-calcinada o carbonizada, añade principalmente fósforo, potasio, silicio y otros minerales trazos en menor cantidad y ayuda a corregir la acidez de los suelos.

- La melaza

Es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos. Beneficia la multiplicación de la actividad microbiológica; es rica en potasio, calcio, fósforo y magnesio; y contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso y hierro. (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador , 2017).

- La levadura de pan

Este ingrediente constituye la primordial fuente de inoculación microbiológica para la preparación de los abonos orgánicos fermentados. Es la semilla de la fermentación. Los agricultores centroamericanos, para desarrollar su primera experiencia en la preparación de los abonos fermentados, emplearon con éxito la levadura para pan en barra o en polvo. Después, y ya con la experiencia, eligieron una buena cantidad de su mejor abono curtido, tipo bocashi (semilla fermentada), para utilizarlo constantemente como su principal fuente de inoculación, acompañado de una determinada cantidad de levadura. (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador , 2017)

- La tierra

En muchos casos, ocupa hasta un tercio del volumen total del abono que se desea preparar. Entre otros tributos, tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; con su volumen, incrementa el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y, congruentemente, lograr una buena fermentación. Por otro lado, actúa como una esponja, al tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los

nutrientes a las plantas de acuerdo con las necesidades de éstas. Dependiendo de su origen, puede contribuir con variados tipos de arcillas, microorganismos inoculadores y otros elementos minerales indispensables al desarrollo normal de los vegetales. (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador , 2017)

- El carbonato de calcio o la cal agrícola.

Su función primordial es normalizar la acidez que se presenta durante todo el proceso de la fermentación, cuando se está preparando el abono orgánico; adecua las condiciones ideales para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica, durante todo el proceso de la fermentación cuando se están preparando los abonos orgánicos.

- El agua.

Tiene el propósito de homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que forman el abono. Observación: Para elaborar los abonos fermentados tipo bocashi, el agua se utiliza solamente una vez; no es necesario repetirlo en las demás etapas del proceso de la fermentación. Finalmente, mientras que tomamos la práctica de la humedad ideal, inicialmente, es mejor que el abono tienda a seco y no a muy húmedo.

## 2.7. Ejemplos de Bocashi

A continuación, se mencionan algunos de ejemplos Bocashi: (Bertoli Herrera, Terry Alfonso, & Ramos Agüero, 2015)

| <b>Ejemplo 1</b>    |           |
|---------------------|-----------|
| Carbón Molido       | 25 kg     |
| Cascarilla de arroz | 15 kg     |
| Gallinaza           | 40 kg     |
| Tierra común        | 50kg      |
| Melaza              | 1 litros  |
| Levadura de pan     | 2 kg      |
| Cal agrícola        | 2 kg      |
| Agua                | 40 litros |

| <b>Ejemplo 2</b>             |                |
|------------------------------|----------------|
| Suelo bien tamizado          | 1000 kg        |
| Rastrojo de maíz bien picado | 1000 kg        |
| Estiércol                    | 1000 kg        |
| Carbón vegetal               | 200 kg         |
| Melaza o miel de purga       | 4 litros       |
| Levadura granulada           | 1 kg           |
| Agua suficiente              | Prueba al puño |
| Suelo bien tamizado          | 1000 kg        |

| <b>Ejemplo 3</b>               |        |
|--------------------------------|--------|
| Estiércol seco y molido        | 200 kg |
| Suelo vegetal tamizado         | 200 kg |
| Paja de maíz bien repicada     | 50 kg  |
| Salvado de trigo, maíz o arroz | 50 kg  |

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Cal o cenizas          | 40 kg          |
| Melaza o miel de purga | 4 kg           |
| Agua suficiente        | Prueba al puño |

#### **Ejemplo 4**

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| Suelo seco y tamizado         | 2000 kg        |
| Cascarilla de café            | 2000 kg        |
| Estiércol                     | 2000 kg        |
| Salvado de arroz              | 100 kg         |
| Carbón vegetal bien triturado | 200 kg         |
| Harina de huesos              | 1000 kg        |
| Harina de carne o sangre      | 1000 kg        |
| Harina de pescado             | 1000 kg        |
| Melaza o miel de purga        | 10 litros      |
| Cal agrícola o ceniza vegetal | 20 kg          |
| Agua suficiente               | Prueba al puño |

#### **Ejemplo 5**

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Suelo vegetal seco y tamizado  | 1000 kg        |
| Estiércol                      | 1000 kg        |
| Pulpa de café                  | 1000 kg        |
| Levadura para pan              | 1 kg           |
| Melaza o miel de purga         | 4 litros       |
| Carbón vegetal                 | 130 kg         |
| Salvado de trigo, arroz o maíz | 46 kg          |
| Agua suficiente                | Prueba al puño |

| <b>Ejemplo 6</b>       |                |
|------------------------|----------------|
| Suelo vegetal          | 1000 kg        |
| Pulpa de café          | 1000 kg        |
| Estiércol              | 1000 kg        |
| Melaza o miel de purga | 4 litros       |
| Agua suficiente        | Prueba al puño |

| <b>Ejemplo 7</b>              |                |
|-------------------------------|----------------|
| Suelo vegetal seco y tamizado | 1000 kg        |
| Estiércol de cerdo            | 1000 kg        |
| Cisco de pergamino de café    | 1000 kg        |
| Levadura para pan             | 1 kg           |
| Melaza o miel de purga        | 4 litros       |
| Salvado de arroz              | 46 kg          |
| Carbón vegetal triturado      | 140 kg         |
| Agua suficiente               | Prueba al puño |

| <b>Ejemplo 8</b>             |                |
|------------------------------|----------------|
| Estiércol                    | 2500 kg        |
| Suelo vegetal seco y mullido | 1500 kg        |
| Harina de roca               | 140 kg         |
| Polvo de arroz               | 100 kg         |
| Cenizas de ingenio           | 360 kg         |
| Cascarilla de arroz          | 500 kg         |
| Cascarilla de café           | 360 kg         |
| Zeolita molida               | 100 kg         |
| Agua suficiente              | Prueba al puño |

| <b>Ejemplo 9</b>                          |                |
|---|----------------|
| Estiércol                                 | 2500 kg        |
| Harina de roca                            | 140 kg         |
| Polvo de arroz                            | 100 kg         |
| Ceniza de ingenio                         | 10 sacos       |
| Cascarilla de café, restos de maíz o yuca | 15 sacos       |
| Zeolita molida                            | 100 kg         |
| Melaza o miel de purga                    | 20 litros      |
| Agua suficiente                           | Prueba al puño |
| Suelo vegetal seco u tamizado             | 2500 kg        |
| Cascarilla de arroz                       | 10 sacos       |

| <b>Ejemplo 10</b>              |                |
|--------------------------------|----------------|
| Cachaza de ingenio             | 1000 kg        |
| Plantas secas molidas          | 60 sacos       |
| Suelo seco y tamizado          | 2500 kg        |
| Harina de maíz, yuca o boniato | 100 kg         |
| Melaza o miel de purga         | 10 litros      |
| Levadura                       | 2 kg           |
| Carbón o ceniza de ingenio     | 150 kg         |
| Agua suficiente                | Prueba al puño |

| <b>Ejemplo 11</b>      |           |
|------------------------|-----------|
| Cachaza de ingenio     | 2500 kg   |
| Ceniza de ingenio      | 460 kg    |
| Bagacillo de ingenio   | 2500 kg   |
| Melaza o miel de purga | 20 litros |
| Levadura para pan      | 2 kg      |

| <b>Ejemplo 11</b>              |                |
|--------------------------------|----------------|
| Suelo fértil, seco y tamizado  | 2500 kg        |
| Zeolita, Serpentina o arenisca | 46 kg          |
| Agua suficiente                | Prueba al puño |

| <b>Ejemplo 12</b>                                     |           |
|---|-----------|
| Estiércol   | 1000 kg   |
| Suelo fértil  | 1000 kg   |
| Restos de cosecha (yuca, maíz, frijoles, hojarasca)   | 50 sacos  |
| Carbón vegetal o ceniza de ingenio                    | 150 kg    |
| Polvo de arroz, harina de yuca, maíz, boniato o sorgo | 50 kg     |
| Melaza o miel de purga                                | 10 litros |
| Serpentina, zeolita, arenisca o ceniza vegetal        | 46 kg     |
| Levadura para pan                                     | 1 kg      |
| Agua suficiente Prueba al puño EcoMic (micorrizas)    | 8 kg      |

## **2.8. Elaboración del Bocashi**

La preparación de este tipo de abono, obedecerá del lugar y tipo de terreno donde va a ser utilizado, de los materiales disponibles en la zona y de los cultivos que serán abonados. Se deben usar materiales altos en fibra, para poder así conservar los suelos más sueltos, lo que va a ayudar a obtener mejor infiltración de las aguas y del aire, con este tipo de materiales también se pretende que los abonos sean ricos en carbono y bajos en nitrógeno. (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador , 2017)

## Paso 1

- Juntar todos los materiales mencionados en la Tabla N° 2 en el lugar donde se va a elaborar el abono.

*Tabla N° 2: Materiales usados en la elaboración de Bocashi*

| <b>Materiales</b>    |  |  |                 |
|----------------------|--|--|-----------------|
| <i>Materia Prima</i> | <i>Funciones del Material</i>  | <i>Materiales de Reemplazo</i>   | <i>Cantidad</i> |
| Gallinaza            | Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro; mejora las condiciones físicas.  | Estiércoles de vacuno, caballo, conejo, cabra, oveja, cerdo (no deben estar muy húmedos)                                   | 40 kg           |
| Cascarilla de arroz  | Mejora características físicas del suelo: aireación, absorción de humedad; beneficia la actividad biológica; estimula desarrollo de raíces; fuente de sílice lo que da resistencia a insectos y enfermedades. Favorece el desarrollo de humus. | Cascarilla de café, tusas, paja de maíz y sorgo, bagazo de caña, rastrojo Aserrín de maderas blancas. Secos y bien picados | 15 kg           |
| Tierra común         | Da cuerpo al abono; aumenta el medio para la actividad microbológica; retiene, filtra y libera gradualmente los nutrientes; aporta arcillas y otros minerales.   | -  | 50kg            |
| Carbón Molido        | Mejora características físicas: aireación, absorción de humedad y calor; beneficia actividad microbológica; retiene, filtra y libera gradualmente los nutrientes; disminuye pérdidas y lavado; reduce malos olores                             | Debe ser de maderas no tóxicas, preferiblemente blancas y blandas; se puede hacer carbón de tusas o usar ceniza.           | 25 kg           |
| Melaza               | Principal fuente energética para la fermentación; favorece multiplicación de actividad biológica; rica en potasio, calcio, magnesio, boro y otros.   | Jugo de caña o agua de tapa dulce, en cantidad doble a la melaza   | 1 litro         |
| Cal agrícola         | Regula la acidez que se presenta durante la fermentación, aporta carbonato de calcio al suelo  | Cenizas de madera o de bagazo de caña  | 2 kg            |
| Levadura             | Fuentes de inoculación microbológica al inicio de cada proceso.  | Poner a germinar maíz en un poco de agua (8 días), moler y dejar fermentar 2 días en la misma agua.                        | 500 gramos      |

| <b>Materiales</b>    |  |                                |                 |
|----------------------|--|--------------------------------|-----------------|
| <i>Materia Prima</i> | <i>Funciones del Material</i>  | <i>Materiales de Reemplazo</i> | <i>Cantidad</i> |
| Agua no clorada      | Homogenizar la humedad de todos los materiales y favorecer la reproducción microbiológica. | -                              | 40 litros       |

Fuente: CEDECO, 2005

### **Paso 2**

- Se procede a extender los materiales sobre el suelo y se mezclan aleatoriamente, hasta obtener una textura homogénea, el proceso de elaboración y mezcla de los materiales, se realiza en forma ágil.
- La levadura de pan se diluye junto con la melaza en agua, obteniéndose una mezcla homogénea.
- Se debe procurar que el agua no se administre en exceso (al tomar una porción de material y apretarla con la mano, no debe escurrir agua), si esto sucede deben agregarse más ingredientes secos (suelo).

### **Paso 3**

- Luego de elaborar la pila de abono, se debe realizar el primer volteo, tratando que el material de encima quede abajo y el de abajo quede encima.
- En la elaboración del abono se debe evitar la impregnación de los rayos solares y del agua de lluvia, por lo que se recomienda elaborarlo y almacenarlo bajo techo y si es posible en piso de cemento, lo que facilita el volteo de los ingredientes. Si esto no es posible, se debe espesar el suelo lo mejor posible, evitando que este se humedezca; todo esto ayuda a elaborar un abono de mejor calidad.

- De elaborarse fuera de techo, utilizar plástico para proteger la pila de la lluvia y el sol. Se debe tener cuidado de no aplicar más agua una vez iniciado el proceso de fermentación.
- Se deben voltear los materiales una vez al día durante los primeros cinco a seis días, luego bastará con voltearlo una vez hasta que la temperatura no exceda los 45°C. Una forma práctica de comprobar la temperatura es clavar un machete dentro de los ingredientes durante cinco minutos, al sacarlo se toca con la mano, si quema tiene demasiado calor y será necesario rotarlo inmediatamente, de lo contrario (demasiado frío), será necesario colocar los ingredientes a una altura promedio de 50 centímetros, con la finalidad de incrementar la temperatura. Con una aireación de una vez al día se obtiene un abono maduro en de 25 días, al cabo de este periodo de tiempo se deja reposar durante 1 día a la intemperie, para posterior embazarse en bolsas plásticas o sacos.

### **Paso 5**

- Este abono puede almacenarse hasta seis meses lejos de la humedad y el sol. Durante la aplicación se debe tener cuidado de que el abono no esté en contacto directo con la raíz o el tallo de las plantas, porque puede provocarle quemaduras (debe quedar a 10 o 15 centímetros del tallo y mezclado con el suelo).

## **2.9. Proceso de Fermentación del Bocashi**

Etapa I: La primera fase por la que atraviesa la fermentación del abono orgánico es la estabilización, en donde la temperatura puede llegar a alcanzar aproximadamente temperaturas entre 70-75°C si no la controlamos

adecuadamente, esto debido al incremento de la actividad microbiana. (Ministerio de Agricultura - Servicio Agrícola y Ganadero , 2014)

Etapa II: La temperatura del abono empieza a decrecer nuevamente, dado el agotamiento o el decrecimiento de la fuente energética que retroalimentaba el proceso. En este momento empieza la estabilización del abono y únicamente sobresalen los ingredientes que muestran una mayor dificultad para su degeneración a corto plazo. A partir de aquí, el abono pasa a la segunda fase, que es la maduración, en la cual la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen es más lenta, para luego llegar a su fase ideal para su inmediato empleo. (Ministerio de Agricultura - Servicio Agrícola y Ganadero , 2014)

## **2.10. Dosis a utilizar de Bocashi**

Bertoli, Terry & Ramos (2015) mencionan ciertas dosis de aplicación de abono bocashi para diferentes cultivos.

- En terrenos con procesos de fertilización orgánica se pueden suministrar 2 kg por metro cuadrado. La administración debe realizarse 15 días antes de la siembra, al trasplante o en el desarrollo del cultivo. En terrenos donde nunca se ha aplicado Bocashi, las dosificaciones serán mayores (5 kg por metro cuadrado aproximadamente).
- Para cultivos anuales (granos básicos, yuca, caña y otros), será indispensable una segunda aplicación, entre 15 y 25 días de la emergencia del sembrado, en dosis de 1 kg por metro cuadrado. 10 toneladas por hectárea.
- Para cultivos de ciclo largo (frutales), se aplica medio kilogramo por postura al momento del trasplante y tres aplicaciones por año a razón de medio

kilogramo. Esta dosis se utiliza durante el lapso de crecimiento. En árboles productivos se hacen aplicaciones de 1 kg, tres veces por año.

- Para hortalizas se hará un solo suministro de 2 kg por metro cuadrado, 15 días antes del cultivo o el trasplante. Los resultados de estos experimentos permiten corroborar que con la combinación órgano-mineral en un sustrato, se logra que el fertilizante mineral complemente la disponibilidad de nutrientes, así como que el abono orgánico mejore las características químicas, físicas y biológicas del sustrato, favoreciendo el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

### **2.11. Tiempo requerido para la elaboración del abono tipo Bocashi**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011), recomienda en su Manual de Aboneras tipo Bocashi que no debe guardarse por más de dos meses el abono, esto debido a que los nutrientes se degradan o se pierden después de ese tiempo.

Piedrahita y Caviedes (2012) mencionan en su artículo “Elaboración de un abono tipo “Bocashi” a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria Lactea”, que solo se requiere de 25 días para que el abono tipo Bocashi alcance su tiempo de maduración.

Por otro lado, Ramos y otros autores (2014), mencionan que a pesar de que varios trabajos plantean que este abono sólo puede ser preservado por treinta días, ellos en su artículo: “Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá”, demuestran que con cinco meses de preparación, aún se mantienen las propiedades nutricionales del abono,

donde se cuenta con un 95% de confiabilidad en la que se demuestra la estabilidad de estos tres macro elementos N,P y K durante este tiempo.

Sin embargo, 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”.

Quintanilla, Yanes y Monge (2013), indican que una vez elaborado el abono tipo bocashi a partir del segundo día, se debe comenzar la mezcla del abono dos veces por día por espacio de tres días y una vez por día en el resto del proceso (12-15 días).

Salazar (2018), el tiempo del proceso de elaboración del abono orgánico Bocashi requiere un total de 14 días desde la elaboración hasta la maduración.

## **2.12. Parámetros de Evaluación**

A continuación, se mencionan parámetros importantes a evaluar durante la elaboración y el cuidado del abono orgánico Bocashi.

### **- Temperatura**

La temperatura, está en función al aumento de la actividad microbiológica del abono, que inicia con la combinación de los componentes. Después de 14 horas del haberse elaborado el abono no debe de presentar temperaturas superiores a 50°C (Restrepo, 2000).

La temperatura debe estar por debajo de los 45-50°C, hasta que la actividad microbiana reduce, al disminuir la humedad del material. (Villagómez Castillo, 2014). El objetivo principal del abono Bocashi es activar y incrementar 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. Por ello, el suministro derivado de microorganismos benéficos elimina los organismos patógenos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre 40-50 °C.

- Humedad

La humedad esperada para el proceso del abono es de un 50 % a un 60 % en relación con el peso de la combinación. Si está muy reseco, la descomposición es muy sosegada (disminuye la actividad de los microorganismos). Si está muy húmedo, falta oxígeno y puede haber descomposición de los ingredientes, ya que el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico (sin oxígeno). El resultado será una mezcla de mal olor y textura muy suave por la demasía de agua (Picado & Añasco, 2005).

La humedad ideal para el abono se logra escalonadamente, en la medida que se aumenta poco a poco el agua a la mezcla de los ingredientes. El procedimiento más práctico de ir probando la humedad es por medio de la prueba del puñado o puño, se mide comprimiendo con el puño muestras de diferentes lados; si el montón se desmorona está muy seco, si escurre agua está muy húmedo; empero, si se siente la humedad y sostiene su forma al soltarlo está bien. Es muy importante cuidar el contenido de humedad para que el abono sea ideal; si está muy seco se

hace lento el proceso, si está muy húmedo es posible que se pudra y se pierda. Se recomienda un porcentaje de humedad entre el 40 y 45%. (Villagómez Castillo, 2014)

- pH

El pH es una medida de la acidez (pH bajo = ácido) o alcalinidad (pH alto = básico o alcalino) del medio. El pH del medio de cultivo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles (solubles o insolubles) para su absorción. Por ello, los problemas nutritivos más comunes ocurren en los cultivos cuando el pH se encuentra fuera del rango óptimo. (Barbaro, Karlanian, & Mata, 2017)

El nivel más eficaz para los microorganismos del suelo está entre 6.5 y 7.5, los valores extremos inhiben la actividad microbiana (Picado & Añasco, 2005). El pH del abono es muy importante, ya que suministrará a la planta los micro elementos en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente propicio para la absorción radicular (pH 6,5 a 7,0). Asimismo, es importante mencionar que los factores que podrían favorecer a la pérdida de nitrógeno es la desnitrificación (el paso de nitratos a formas más reducidas de nitrógeno), que se ve favorecida por condiciones de reducción y pH por debajo de 4.5 o por encima de 7.5. (Piedrahita Gaviria & Caviedes Albán, 2012)

- Aireación

Es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla de ingredientes, indispensable para la fermentación aeróbica del abono. Se prevé que dentro de la masa debe

prevalecer una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso de exceso de humedad los micro poros presentan un estado anaeróbico, se deteriora la aireación y como consecuencia se obtiene un producto de mala calidad (Picado & Añasco, 2005).

En la producción de abono, la aireación es fundamental para que la descomposición se lleve a cabo por la acción de los microorganismos presentes. (Chandler, y otros, 2008)

### **2.13. Relación Carbono – Nitrógeno**

La relación objetiva para la elaboración de un abono de rauda 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).

### **2.14. Microorganismos en el proceso de elaboración del Bocashi**

Los organismos presentes durante el proceso de elaboración de Bocashi cambian dependiendo de los sustratos y las circunstancias del proceso. Son sus interacciones y la secuencia en el tiempo los que determinan el tipo de abono orgánico (Meléndez & Soto, 2003).

Bacterias y hongos se ocupan de la fase mesófila, especialmente bacterias del género *Bacillus* sp, no obstante, existen también algunos *Bacillus* termófilos. El 10% de la putrefacción es realizado por bacterias, del 15-30% es realizado por actinomicetes (Meléndez & Soto, 2003).

## 2.15. Inoculante Microbiano

Un inoculante microbiano es un producto que contiene una cepa o combinación de diferentes cepas de microorganismos vivos, el cual puede mejorar la calidad de abono orgánico (Piedrahita Gaviria & Caviedes Albán, 2012). Un producto microbiano, en general está compuesto de los siguientes materiales:

- Microorganismos vivos
- Un material adsorbente ( $\text{CaCO}_3$ )
- Un medio nutritivo (cascarilla de arroz, gallinaza, melaza)
- Otro material adicional (levadura)

El producto tiene diferentes formas de presentación como líquido, coloidal o sólido en polvo o granulado.

## 2.16. Efecto de la aplicación de microorganismos inoculantes

El efecto de los productos microbianos es muy variable, de hecho, esto depende de las características de microorganismos inoculantes. Se manifiesta no solamente un efecto, sino, en muchas ocasiones, varios efectos en forma conjunta (Tabla 3).

Tabla N° 3: Efecto de inoculantes microbianos.

| Uso de Producto (efecto)          | Función de microorganismos   |
|-----------------------------------|--|
| Disposición de Materia Orgánica   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Aceleración de la enmienda.</li><li>- Descomposición materia orgánica en el suelo.</li></ul>     |
| Mejoramiento del suelo            | <ul style="list-style-type: none"><li>- Formación de suelo agregado.</li><li>- Cambio de PH.</li></ul>                                   |
| Efecto nutricional para la planta | <ul style="list-style-type: none"><li>- Fijación N.</li><li>- Mineralización.</li><li>- Nitrificación.</li><li>- Biomasa N y P</li></ul> |
| Crecimiento de planta             | <ul style="list-style-type: none"><li>- Producción de hormonas, vitaminas.</li></ul>   |

| Uso de Producto (efecto)         | Función de microorganismos                |
|----------------------------------|---|
| Control de enfermedades y plagas | - Efecto supresivo a patógenos nematodos. |

Para hacer agricultura sostenible y agricultura orgánica de alta calidad, el secreto está en cómo mejorar el suelo, aumentando la biodiversidad microflora y volver a tener un balance equilibrado en el ecosistema. (Piedrahita Gaviria & Caviedes Albán, 2012).

La tecnología de inoculantes microbianos juega un papel muy importante para acelerar el proceso. Por lo tanto, es indispensable conocer las características de ellos y sus usos adecuados. Además, nosotros debemos crear condiciones apropiadas para que los microorganismos trabajen eficientemente. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2013)

### **2.17. Tamaño de las partículas de los Ingredientes**

La disminución del tamaño de las partículas de los componentes del abono puede presentar la ventaja de incrementar la superficie para su putrefacción microbiológica. Empero, el exceso de partículas muy reducidas de tamaño puede llevar fácilmente a una compactación, beneficiando el progreso de un proceso anaeróbico, que es adverso para la producción de un buen abono orgánico fermentado. En algunos casos, este fenómeno se enmienda mezclando al abono materiales de relleno de partículas mayores, como son pedazos picados de madera, carbón vegetal grueso, entre otros. (Arango Orozco, 2017).

Cabe señalar que, la semejanza del tamaño de las partículas influirá sobre la buena calidad del abono que se utilizará en el campo. Con base en la práctica, se aconseja que las partículas o trozos de carbón no sean muy grandes; las extensiones son muy variadas y esto no se debe desvirtuar en una limitante para dejar de preparar el abono, las longitudes desde medio o un centímetro a un centímetro y medio de largo por un centímetro y medio de diámetro establecen el tamaño ideal aproximado. Cuando se aspira trabajar con hortalizas en invernadero sobre el sistema de almácigos en bandejas, las partículas del carbón a emplearse en la elaboración del abono fermentado deben ser menores (semi-pulverizadas o cisco de carbón), pues ello agiliza llenar las bandejas y faculta sacar las plántulas sin estropear sus raíces, para luego trasplantarlas definitivamente al campo. (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador , 2017)

Según (Hills & Nakano, 1984) la tasa de hidrólisis depende, también, de la medida de las partículas, debido fundamentalmente a la disponibilidad de superficie para la adsorción de las enzimas hidrolíticas. Los tratamientos previos físico-químicos, cuyo primordial resultado es la reducción del tamaño de las partículas, producen un aumento en la tasa de hidrólisis, y si esta fase es la limitante del proceso anaerobio, implica un beneficio para el proceso general, obteniendo menores tiempos de retención y tamaños de reactor menores. (Hills & Nakano, 2003)

## **2.18. Ventajas, desventajas, e influencia del Bocashi en el mejoramiento del suelo.**

Una de sus funciones es suministrar los minerales en la nutrición inorgánica a los cultivos. La mineralización de la materia orgánica permite la liberación de

minerales los cuales son absorbidos fácilmente por las plantas y favorecen la supresión de los patógenos, que podrían estar fácilmente en la materia orgánica fresca y causar daño al cultivo. (Gómez Tequia & Tovar Gil, 2008)

Asimismo, Bocashi tiene la propiedad activar y aumenta la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, nutriendo el cultivo y supliendo de alimento y materia orgánica, a los organismos del suelo. El suministro derivado de microorganismos benéficos elimina los microorganismos patógenos gracias a las combinaciones de fermentación alcohólica con una temperatura de entre 40-50°C (Gómez Tequia & Tovar Gil, 2008). A continuación, se mencionan algunas ventajas y desventajas del abono orgánico Bocashi:

*Tabla N° 4: Abono orgánico Bocashi, ventajas y desventajas*

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Desventajas</b> | Pueden ser fuentes de patógenos, si no está adecuadamente tratado   |
| <b>Ventajas</b>    | No se forman gases tóxicos, ni malos olores   |
|                    | El volumen producido se puede adaptar a las necesidades.  |
|                    | No causa problemas en el almacenamiento y transporte  |
|                    | Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos como causantes de enfermedades  |
|                    | El producto se elabora en un periodo relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días).  |
|                    | El producto permite ser utilizado inmediatamente después de la preparación  |
|                    | Bajo costo de producción.   |
|                    | 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                             |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y las necesidades de cada productor).</p>   |
|  | <p>Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.</p>  |
|  | <p>Se autorregulan agentes patógenos en el suelo, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.</p>   |
|  | <p>Se da la posibilidad de utilizar el producto final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.</p>  |
|  | <p>El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.</p>  |
|  | <p>No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.</p>   |
|  | <p>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</p>  |
|  | <p>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.</p>  |
|  | <p>e: (Meléndez &amp; Soto, 2003)</p>   |
|  | <p>ono orgánico Bocashi, se basa en un proceso de descomposición<br/> tativa, mantiene un mayor contenido energético de materia orgánica, al no<br/> ar temperaturas tan elevadas, hay menos pérdidas por volatilización.<br/> ás, suministra compuestos, vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos<br/> cos, antibióticos, antioxidantes, etc. útiles para las plantas y al mismo<br/> o activa los microorganismos benéficos durante el proceso de fermentación.<br/> s Agüero, Terry Alfonso, Soto Carreño, &amp; Cabrera Rodríguez, 2014)</p> |
|  | <p>cashí (material orgánico rico en recursos biológicos microbianos), es el<br/> do de la fermentación de material orgánico con reservas de</p>   |

microorganismos efectivos. Esto se puede emplear como fertilizante orgánico para nutrir los cultivos y mejorar su producción, así como para mejorar la estructura del suelo y aumentar el volumen de agua retenida por el mismo, lo que significaría aumentar el agua disponible para las plantas. (Lasmini , Nasir, Hayati, & Edy, 2018)

## **2.19. Suelo**

El suelo es un sistema auto organizado y heterogéneo que tiende a poseer una gran complejidad funcional y estructural, esto se debe a la diversidad de sus componentes bióticos y abióticos. Este sistema, evoluciona en el tiempo condicionado a factores ambientales. Es así que los suelos de cultivo, mantiene una dinámica establecida por un sistema de uso impuesto por condicionantes socioeconómicas y culturales. (Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), 2008)

Gascó (2001), lo conceptualiza como un ente natural que se forma mediante procesos de evolución de las materias orgánicas humificables, alteración de los minerales meteorizables, migración de algunos componentes finos o de iones desplazables y de la estructuración de las partículas agregables. En concepto, un medio vivo y dinámico, en el cual se lleva a cabo un diálogo biológico complejo entre organismos, plantas y el medio mineral que los acoge. (Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), 2008)

### **2.19.1. Suelo Agrícola**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el suelo agrícola se define “como el medio natural para el

crecimiento de las plantas”, asimismo también es definido como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación , 2009)

Respaldando el concepto de la FAO, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, indica que es la capa superior de la tierra en donde se desarrollan las raíces de las plantas, esta capa es un gran depósito de agua y alimentos del que las plantas toman las cantidades necesarias para crecer y producir cosechas. El suelo se considera un ser vivo. (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, 2013)

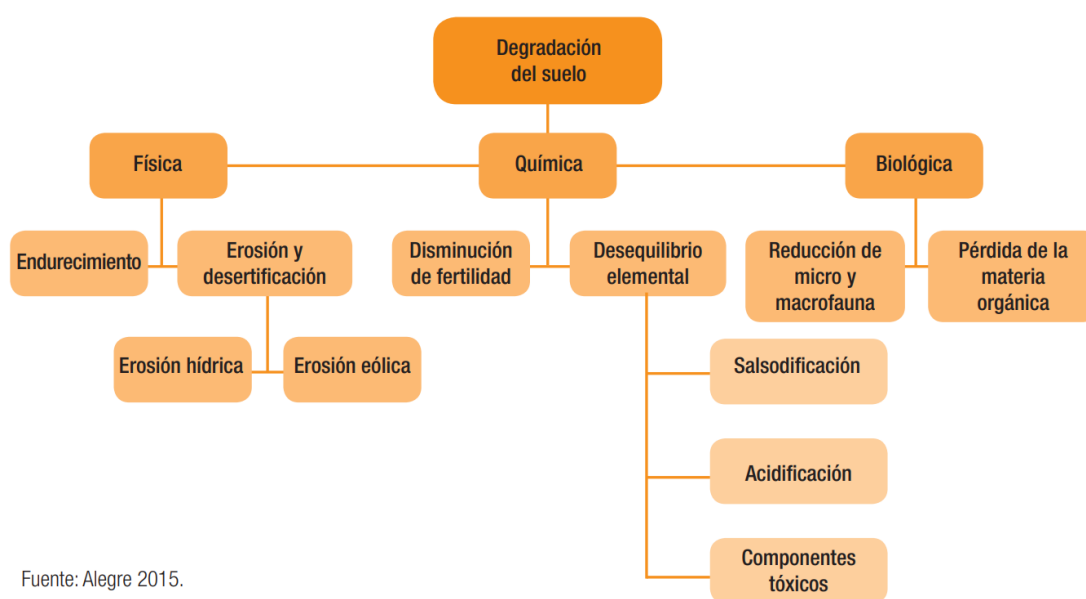
#### *2.19.2. Perdida de nutrientes del suelo*

El suelo constituye un recurso esencial para el desarrollo socioeconómico y es el soporte base de los ecosistemas terrestres. En los últimos años ha presentado un nivel de degradación mayor, a largo plazo se asume que sufrirá una gran pérdida en función y productividad, causada principalmente por un inadecuado uso. (Bai et al., 2008; Oldeman y Hakkeling, 1991). Constituyendo un problema de alcance global que afecta el medio ambiente y el desarrollo. (González Cueto, Iglesias Coronel, & Herrera Suárez, 2009)

Según Muhammad (2015), es un desafío ambiental relevante, es el proceso continuo de degradación que sufren los suelos debido a las malas prácticas agrícolas, el mal uso de las tierras, la expansión de la frontera agrícola y otros usos extractivos. Las condiciones de degradación constituyen una interacción de

aspectos físicos, químicos, y biológicos, que pueden provocar procesos combinados de compactación, erosión (hídrica o eólica), disminución de la fertilidad y del equilibrio de la química del suelo (en zonas áridas se produce la salinización y en suelos trópicos la acidificación) y, finalmente, reducción biológica de la macro y micro fauna o pérdida de materia orgánica.

*Ilustración 1: Degradación del suelo aspectos físicos, químicos y biológicos*



Fuente: Alegre 2015.

### 2.19.3. Recuperación de los nutrientes del suelo

Uno de los medios de recuperación de los nutrientes del suelo, es mediante la elaboración de abonos orgánicos, los cuales proporcionan al suelo nutrición, microorganismos y un sustrato para la vida microbiana; para el caso del abono Bocashi, por ser un abono que no se ha degradado completamente, es útil en suelos pobres en materia orgánica y en el proceso de transición hacia la producción orgánica. Teniendo una alta carga microbiana mejora la actividad y diversidad biológica de los suelos, esto facilita la asimilación de su alto contenido de nutrimentos y el aprovechamiento de otros abonos, asimismo su población

microbial incrementa la actividad supresora y mejora la salud de los cultivos, además de proporcionar un mayor contenido energético al sufrir menos pérdidas por volatilización, al no alcanzar temperaturas elevadas, mejorando y manteniendo la bioestructura del suelo al facilitar la formación de agregados. (Alfaro, 2016)

## **2.20. Bocashi como alternativa nutricional para suelos**

Ramos & Terry (2014) mencionan que la elaboración de los abonos orgánicos fermentados como el Bocashi, se pueden entender como un proceso de semidescomposición aeróbica. Esto gracias a la presencia de microorganismos en los materiales empleados en su elaboración, que, en condiciones controladas, producen un material parcialmente estable, siendo capaces de fertilizar las plantas y los suelos.

El Bocashi es aportador de una gran cantidad de microorganismos; tales como bacterias, hongos y actinomicetos, que tienen la finalidad de brindan al suelo condiciones óptimas para la sanidad. Este abono orgánico, muestra una intensa actividad biológica, lo cual se aprecia durante su elaboración, mediante el volteo diario, presentando una alta velocidad de fermentación aeróbica. Si bien es cierto, que no se puede negar que los fertilizantes minerales presentan un mayor contenido en macroelementos, la relación que presenta el abono orgánico Bocashi en torno a sus elementos, tiende a ser balanceada y tiene la ventaja de ser modificada acorde a las proporciones y materiales que el agricultor utilice en su elaboración. (Ramos Agüero & Terry Alonso, 2014)

### **2.21. Evaluación de la madurez y la estabilidad del Abono Orgánico**

Según Meléndez y Soto (2003), se puede realizar la determinación del porcentaje de germinación utilizando semillas de pepino (*Cucumis sativus*), como cultivo indicador. A los 21, 31, 41 y 51 días después de producido, se realiza esta evaluación, colocándose diez semillas en vasos plásticos con 227 g de sustrato, con orificios para facilitar el drenaje y que contengan cinco proporciones de la mezcla suelo: Bocashi.

Las proporciones a evaluar son: 100 % Bocashi; 25 % suelo + 75 % Bocashi; 50 % suelo + 50 % Bocashi; 75 % suelo + 25 % Bocashi y 100 % suelo. El riego se aplica una sola vez al día y los vasos se colocan en un área bajo techo. La evaluación de la germinación se realizará tres días después de la siembra de las semillas. Si germinan más del 90 % de las semillas puestas en contacto con el abono, puede considerarse que es un abono con condiciones óptimas para su utilización (Bertolí Herrera, Terry Alfonso, & Ramos Agüero, 2015)

## CAPITULO III

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de Ejecución

El proyecto se desarrolló en una parcela unifamiliar de dos (02) metros cuadrados, ubicada en el distrito de Pacocha, situado en la provincia de Ilo, departamento de Moquegua, con una altitud de 5 m.s.n.m. y un área total de 338.08 km<sup>2</sup>.

*Ilustración 2: Macro - Ubicación del Proyecto de Tesis*



Fuente: Google Earth

#### 3.2. Clima

En Pacocha, los veranos son de temperaturas altas, áridos y mayormente nublados, y los inviernos son largos, frescos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurrir del año, la temperatura normalmente varía de 11 °C a 26 °C y rara vez disminuye a menos de 9 °C o aumenta a más de 28 °C.

### **3.3. Temperatura**

La temporada templada en el distrito de Pacocha dura 3,3 meses, del 23 de diciembre al 02 de abril, y la temperatura diaria máxima promedio es mayor a 24°C. el día más caluroso del año es el 06 de febrero, con una temperatura máxima promedio de 26 °C y una temperatura mínima promedio de 20 °C.

La temporada fresca dura 3,9 meses, del 04 de junio al 01 de octubre, y la temperatura diaria máxima promedio es menor a 18°C. el día más frío del año es el 12 de agosto, con una temperatura mínima promedio de 11 °C y máxima promedio de 17 °C.

### **3.4. Precipitación**

En el distrito de Pacocha la frecuencia de días mojados (aquellos con más de 01 milímetro de precipitación líquida o de un equivalente de líquido) no varía considerablemente según la estación. La frecuencia varía de 0% a 5%, y el valor promedio es 1%.

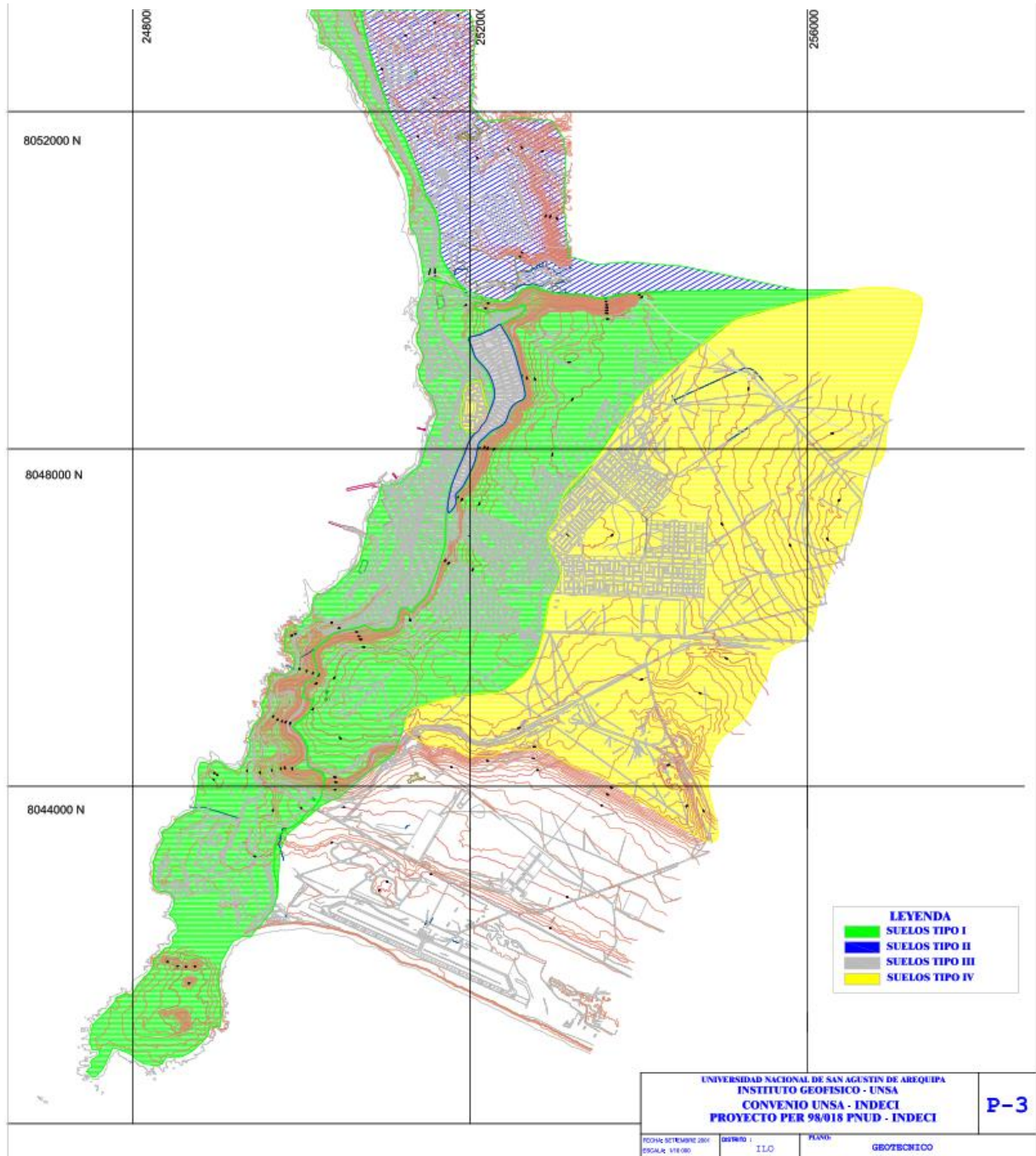
### **3.5. Caracterización del suelo del distrito de Pacocha**

- Suelo tipo II

La zona comprendida por el sector del distrito de Pacocha, está constituido por lechos aluviales por su composición de bloques y gravas redondeados a subredondeados, arenas gruesas a finas medianamente a bien compactas, establecen buenas características como suelo de fundación, estableciéndose que, por el proceso aluvial, la presencia de sales solubles es casi mínima, representando

por lo tanto una estabilidad de los suelos. (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa & INDECI, 2001)

*Ilustración 3: Mapa Geotécnico*



### **3.6. Tipo de estudio**

El tipo de estudio es experimental, por el alto grado de control en escoger las unidades de análisis y aplicación, y controlar los tratamientos.

### **3.7. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es experimental, debido a que hay un control en los factores de estudio (parcelas con y sin adición de Bocashi y tiempo de evolución), y porque nosotros mismos preparamos las unidades de análisis.

### **3.8. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es cuantitativo, de tipo experimental. Debido a que se está analizando el efecto de dos variables (uso de Bocashi y tiempo de evolución), sobre los parámetros fisicoquímicos del suelo, donde el tiempo es controlado y el uso y no uso del Bocashi también es controlado.

### **3.9. Materiales y Equipos**

A continuación, se describen los materiales y herramientas requeridas para la elaboración del abono orgánico Bocashi.

#### **Lista:**

- Carbón vegetal
- Gallinaza
- Cascarilla de arroz
- Melaza de caña
- Levadura de pan
- Tierra común
- Cal agrícola
- Agua
- Varilla para mezclar
- Manguera
- Mascarilla
- Termómetro
- Pico
- Pala

- Barreta
- Wincha métrica
- Guantes de seguridad simples
- Bolsas Ziploc
- Etiquetas
- Cooler
- Cinta adhesiva
- Marcador indeleble
- Cámara fotográfica
- Hojas Bond
- Balanza digital
- GPS
- pH-metro para suelo PCE-PH20S
- Medidor de Conductividad y Temperatura para suelo Groline HANNA - HI9833
- Espectrofotómetro de absorción atómica. Método de Pratt.
- Calcímetro de suelo digital.

### 3.10. Toma de muestras

La toma de muestras se realizó en lo que se conoce como la capa arable, a una profundidad de 30 centímetros aproximadamente, ya que esta comprende mínimamente la profundidad para cultivo, sembradura, labor o labrantío. (Ministerio del Ambiente-MINAM, 2014)

*Tabla N° 5: Profundidad del muestreo según el uso del suelo*

| Uso del suelo                         | Profundidad del muestreo (Capas) |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Suelo agrícola                        | 0-30 cm (1)<br>30-60 cm          |
| Suelo residencial/parques             | 0-10 cm (2)<br>10-30 cm (3)      |
| Suelo comercial/Industrial/extractivo | 0-10 cm (2)                      |

(1) Profundidad de aradura.

(2) Capa de contacto oral o dermal de contaminantes.

(3) Profundidad máxima alcanzable por niños.

Sobre el tipo de suelo, cabe mencionar que el mismo pertenece a la clasificación de suelo agrícola, es por ello que la toma de muestra se realizó a la profundidad en mención.

### **3.11. Análisis de los Parámetros Químicos**

El análisis químico del suelo se realizará en el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego, de la unidad de investigación y servicios del departamento de suelos de la Facultad Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se utilizará la siguiente metodología, para medir la concentración de los siguientes parámetros: (La Rosa Varillas , 2018)

- ***pH del suelo***: Medición en el potenciómetro de la suspensión de suelo: agua en relación 1:1.
- ***Conductividad Eléctrica (CE) (dS/m)***: Medición del contenido de sales solubles del extracto acuoso en la relación suelo: agua.
- ***Materia Orgánica***: Método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
- ***Potasio disponible***: Se realizó mediante extracción con acetato de amonio y se realizó la lectura por medio de espectrofotometría de absorción atómica.
- ***Fósforo disponible***: Se aplicó el método de Olsen modificado, mediante la extracción con Bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0.5 N, pH 8.5.
- ***Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ )***: Método gasovolumétrico utilizando ácido clorhídrico.

### 3.12. Diseño Estadístico

Las variables estudiadas fueron la aplicación del Bocashi y el momento de toma de muestra. La aplicación tuvo dos niveles: control (sin aplicación del abono Bocashi) y parcela con aplicación del Bocashi. El momento de toma de muestra tuvo tres niveles: inicio, a los tres meses y seis meses de la aplicación. Los resultados fueron analizados según un diseño en bloques completamente aleatorizado como indica la tabla N° 06.

*Tabla N° 6: Diseño en bloques completamente aleatorizado*

| Tratamiento | Tiempo     | Aplicación  | Variables dependientes |
|-------------|------------|-------------|------------------------|
| 1           | Inicio     | Control     |                        |
| 2           | Inicio     | Con Bocashi |                        |
| 3           | Tres meses | Control     |                        |
| 4           | Tres meses | Con Bocashi |                        |
| 5           | Seis meses | Control     |                        |
| 6           | Seis meses | Con Bocashi |                        |

### 3.13. Variables de Estudio

#### *Variable Independiente*

*VI. Tratamiento del suelo con Bocashi.*

#### *Variable Dependiente*

*VI. Propiedades Fisicoquímicas del suelo (pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica, Fosforo, Potasio y Carbonatos).*

### 3.14. Análisis Estadístico

Para analizar el efecto de la aplicación del Bocashi y el tiempo de toma de muestra se utilizó un Análisis de Varianza de dos vías sin considerar la interacción. El

modelo aditivo lineal utilizado para describir la variación en los resultados correspondió a un diseño en bloques completamente aleatorizado:

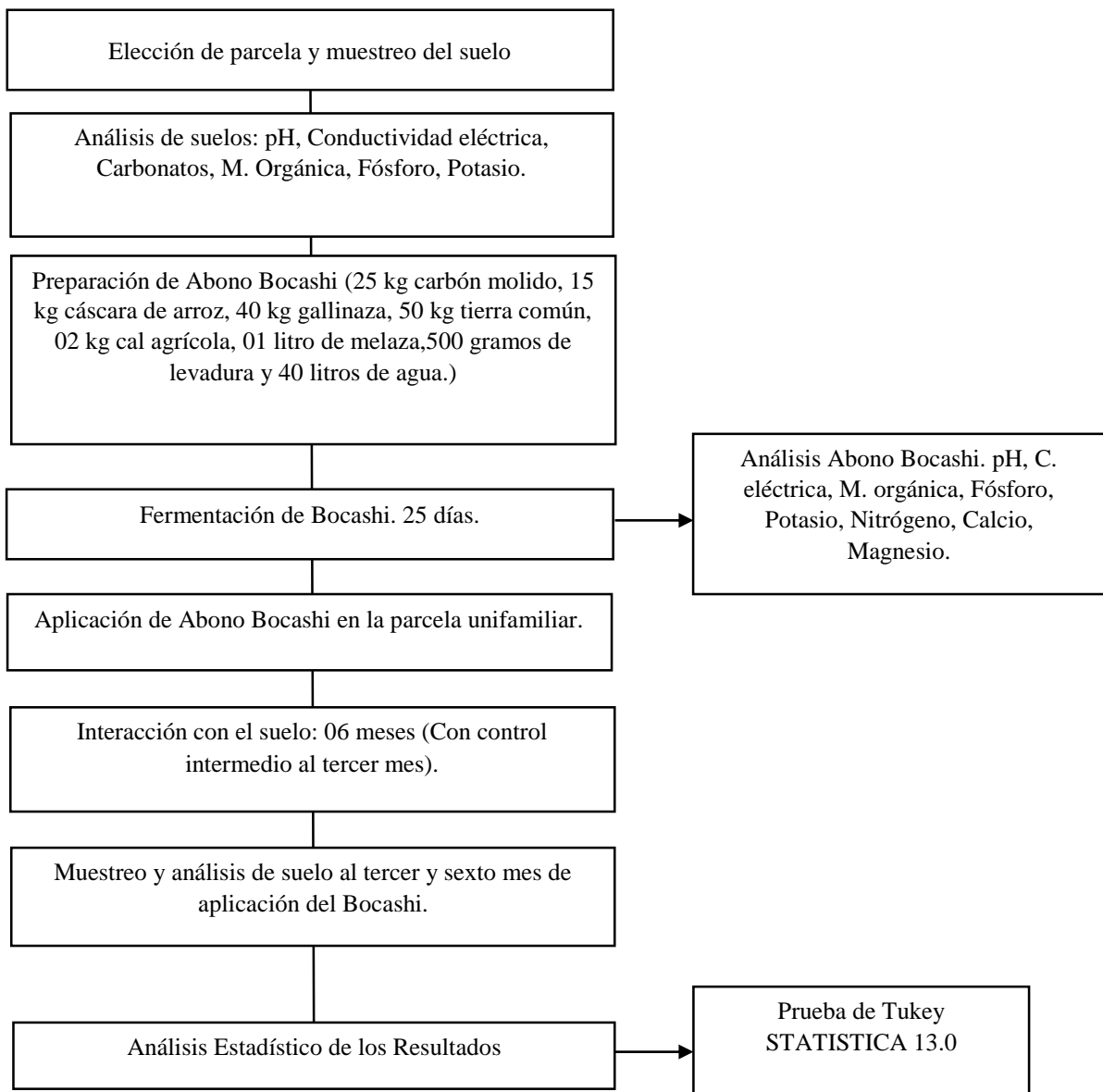
$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde  $Y_{ijk}$ : resultado de la variable dependiente con la aplicación  $i$  y tiempo  $j$  en la repetición  $k$   
 $\mu$ : promedio general de la variable dependiente.  
 $\alpha_i$ : efecto de la aplicación de bocashi “ $i$ ” (con o sin aplicación)  
 $\beta_j$ : efecto del tiempo “ $j$ ” sobre la variable dependiente  
 $\varepsilon_{ijk}$ : error experimental

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey.

Los resultados fueron analizados en el programa STATISTICA 13.0 (Statsoft Co, 2016) utilizando un nivel de significancia de 0.05.

### 3.15. Diagrama Metodológico



## CAPITULO IV

### 4.1. RESULTADO Y DISCUSIONES

Una vez terminado de elaborar el Bocashi que fueron 25 días, se procedió a realizar la extracción del Bocashi y el Suelo para su pre análisis, y posteriormente comprobando que el abono Bocashi, estaba dentro de los parámetros establecidos, se delimitaron dos fragmentos de parcela de 1 m<sup>2</sup> x 1 m<sup>2</sup> cada uno (A: La que albergó el Bocashi más la tierra agrícola y B: La que albergó únicamente la tierra agrícola sin ningún tipo de abono, la cual fue nuestro control de suelo).

Se consideraron los resultados del abono Bocashi en la tabla N° 07, para poder establecer que éste cuenta con buenos parámetros y será eficiente en la nutrición del suelo agrícola.

Al cabo de 3 meses, nuevamente se extrajo una muestra de la parcela A, que contenía tierra agrícola mezclada con abono orgánico Bocashi, y también se extrajo una muestra de la parcela B, en donde no se realizó ningún tipo de intervención. Se derivaron a Lima, debidamente rotuladas para su análisis en el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego, de la Facultad Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con estos resultados obtenidos, se esperó que el suelo siga nutriéndose 3 meses más y al cumplir 6 meses se realizaron los mismos procedimientos para el análisis. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N° 7: Resultado de los Análisis Pre y Post

| Muestra          | Descripción | pH    | CE    | CaCO3 | MO   | P    | K     |
|------------------|-------------|-------|-------|-------|------|------|-------|
|                  |             | (1:1) | (1:1) | %     | %    | ppm  | ppm   |
| Control          | Inicio      | 7.65  | 0.34  | 1.84  | 1.27 | 3.6  | 163   |
|                  | Mes 03      | 7.63  | 0.33  | 1.84  | 1.27 | 3.5  | 159   |
|                  | Mes 06      | 7.64  | 0.33  | 1.80  | 1.28 | 3.6  | 161   |
| Tierra + Bocashi | Inicio      | 7.72  | 0.92  | 2.86  | 2.65 | 5.43 | 169.5 |
|                  | Mes 03      | 7.75  | 1.32  | 3.10  | 4.05 | 9.84 | 175   |
|                  | Mes 06      | 7.61  | 1.30  | 2.94  | 4.85 | 9.19 | 170.5 |

Gráfico N° 1: Control vs Tierra+Bocashi

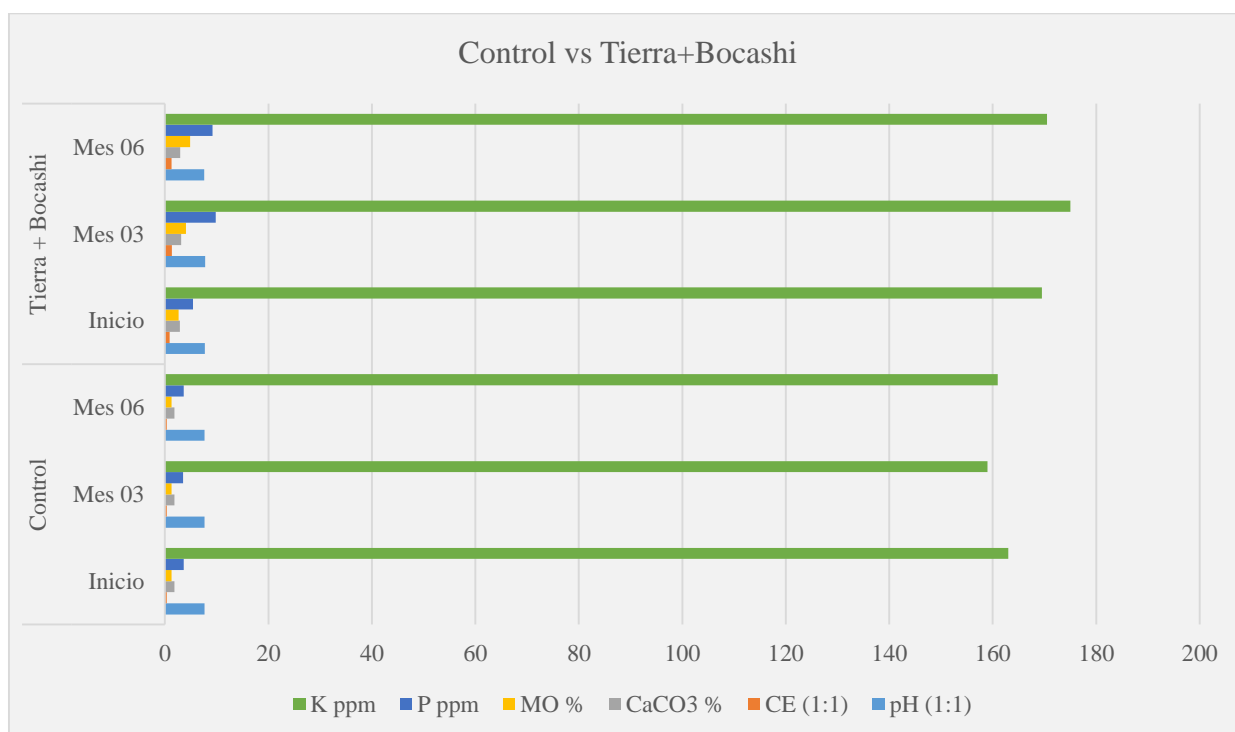


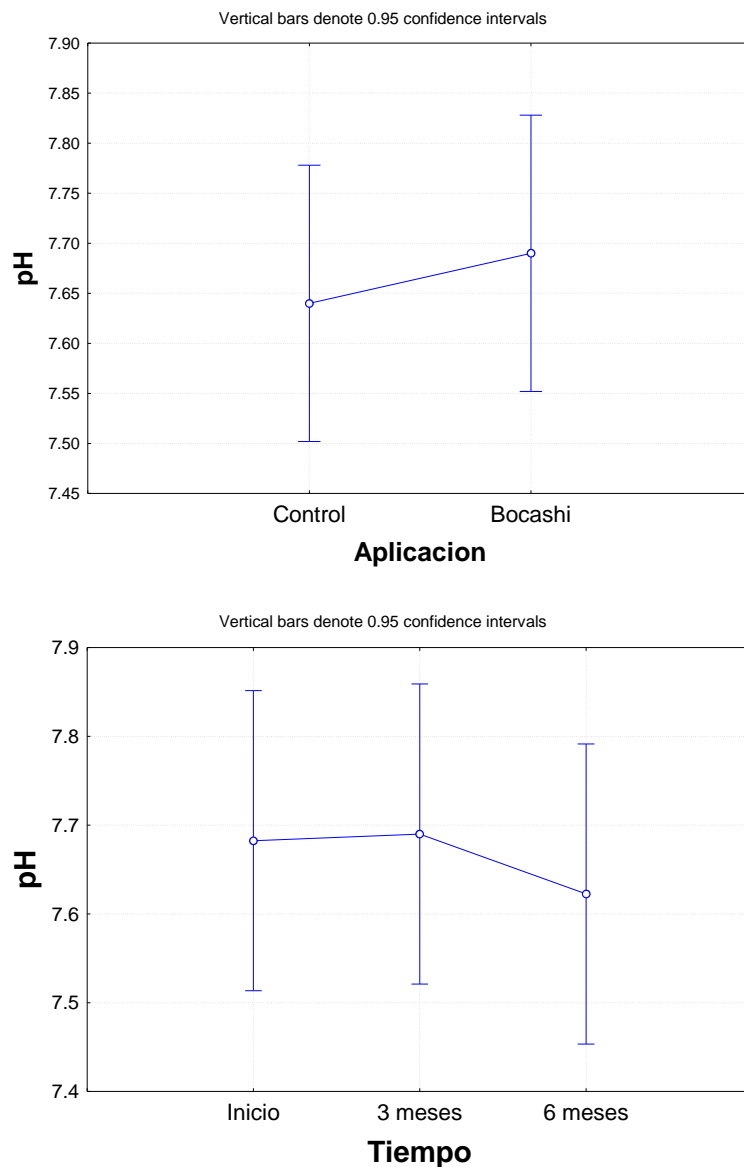
Tabla N° 8: Resultado de análisis del abono Bocashi

| Abono orgánico Bocashi | pH   | C.E. (dS/m) | N(%) | P <sup>2</sup> O <sub>5</sub> (%) | K <sub>2</sub> O(%) | CaO(%) | MgO(%) |
|------------------------|------|-------------|------|-----------------------------------|---------------------|--------|--------|
| <b>Día 0</b>           | 8.48 | 28.4        | 1.01 | 1.10                              | 1.46                | 1.52   | 0.50   |

- **Efecto sobre el pH y el CE**

Del análisis de varianza se encontró que ni el tipo de aplicación, ni el tiempo tuvieron un efecto significativo sobre el pH ( $p$ -valor  $> 0.05$ ). Esto indica que el pH del suelo control fue equivalente al pH del suelo con Bocashi. Por otro lado, el pH fue equivalente al inicio, 3 y 6 meses, como ilustra la figura 1.

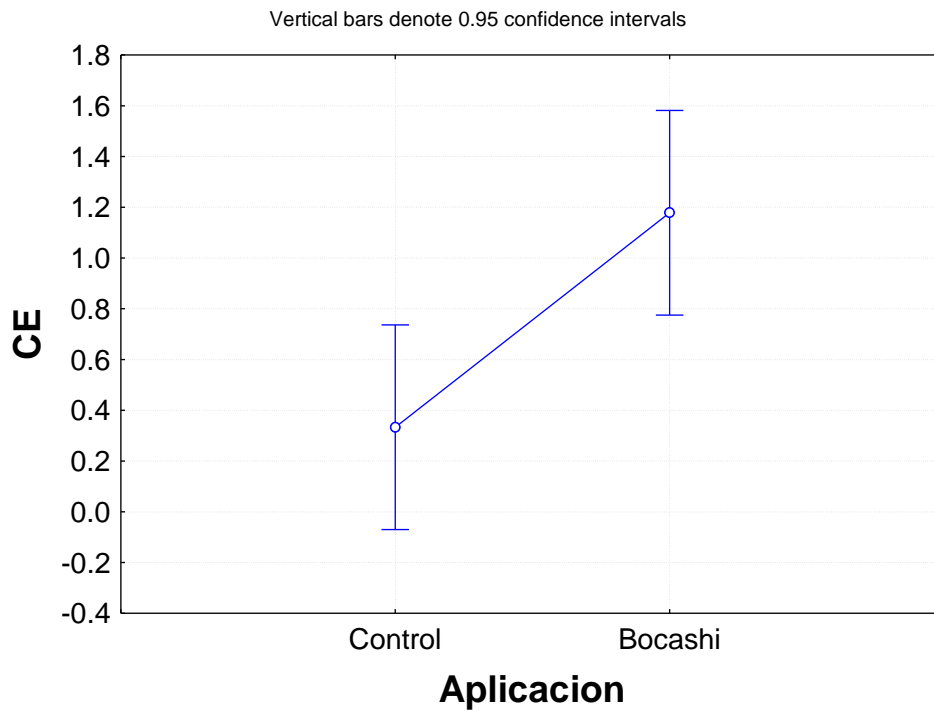
Figura 1. Efecto del tipo de aplicación (arriba) y tiempo (abajo) sobre el pH del suelo

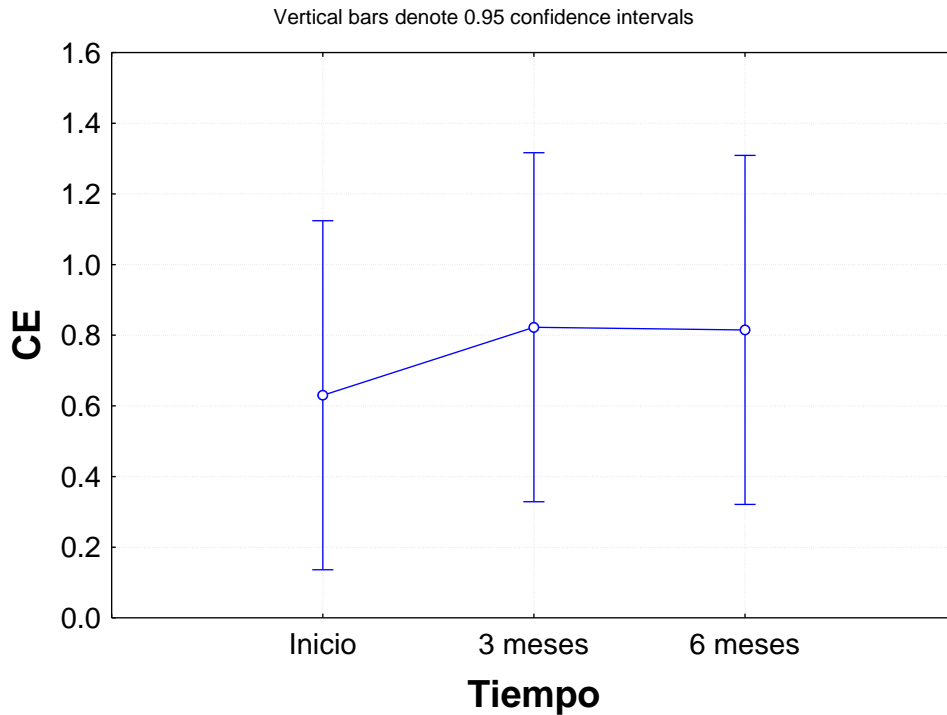


Del ANOVA se encontró que sólo el tipo de aplicación tuvo un efecto significativo sobre la conductividad eléctrica ( $p$ -valor  $< 0.05$ ), mientras que el tiempo no lo fue

(p-valor > 0.05). De la prueba de Tukey se observó que el suelo con aplicación de Bocashi tuvo una conductividad eléctrica significativamente superior al suelo control. En cambio, la media de conductividad eléctrica fue equivalente al inicio, 3 y 6 meses como muestra la figura 2.

Figura 2. Efecto del tipo de aplicación (arriba) y tiempo (abajo) sobre la conductividad eléctrica del suelo

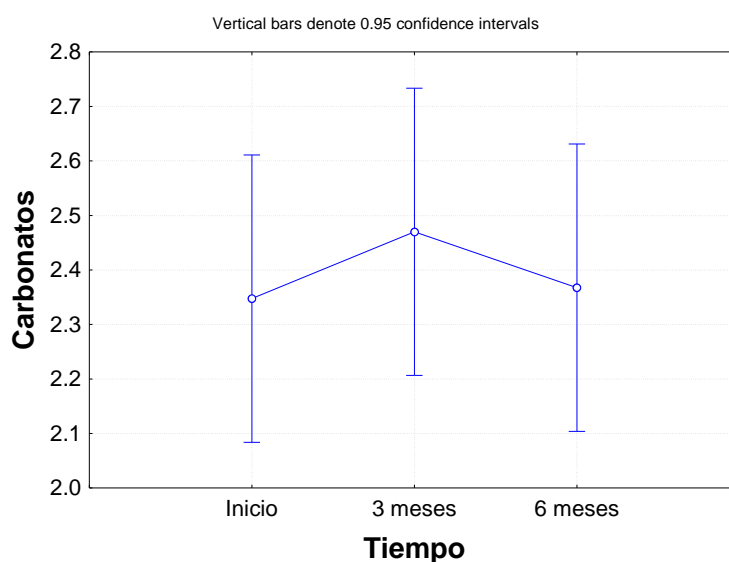
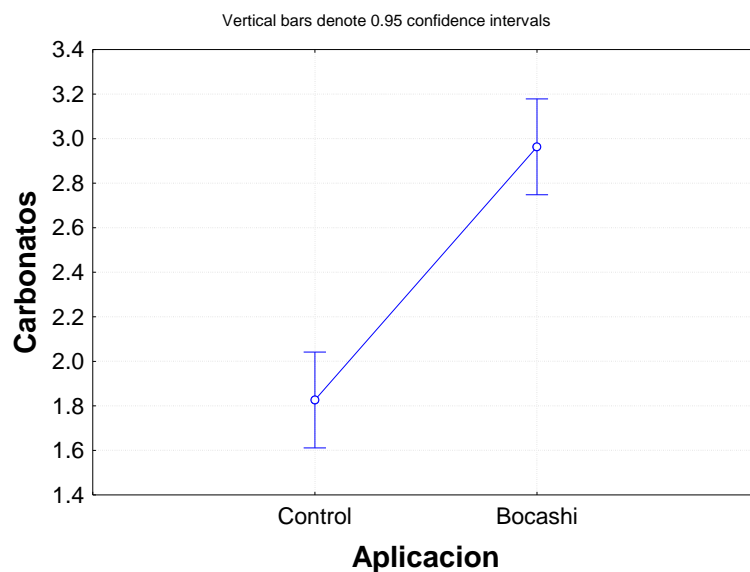




- **Efecto sobre el Carbonato de Calcio y la Materia Orgánica**

Los resultados del contenido de carbonato de calcio y materia orgánica se mostraron en la tabla N° 07. Del ANOVA se obtuvo que el tipo de aplicación tuvo un efecto altamente significativo sobre el contenido de carbonatos ( $p\text{-valor} < 0.001$ ) mientras que el tiempo no mostró un efecto significativo ( $p\text{-valor} > 0.05$ ). De la prueba de Tukey se concluye que el suelo con aplicación de Bocashi tuvo un contenido de carbonatos significativamente superior al del suelo control, mientras que la media de carbonatos fue equivalente a los 0, 3 y 6 meses como ilustra la figura 3.

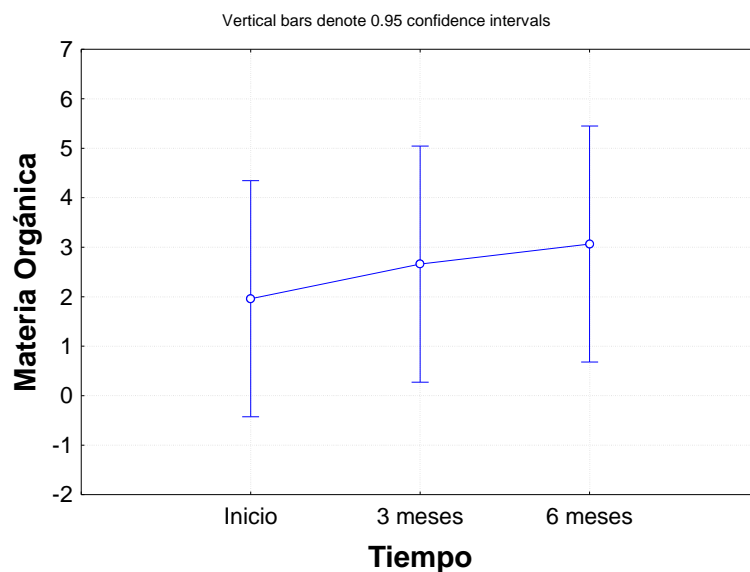
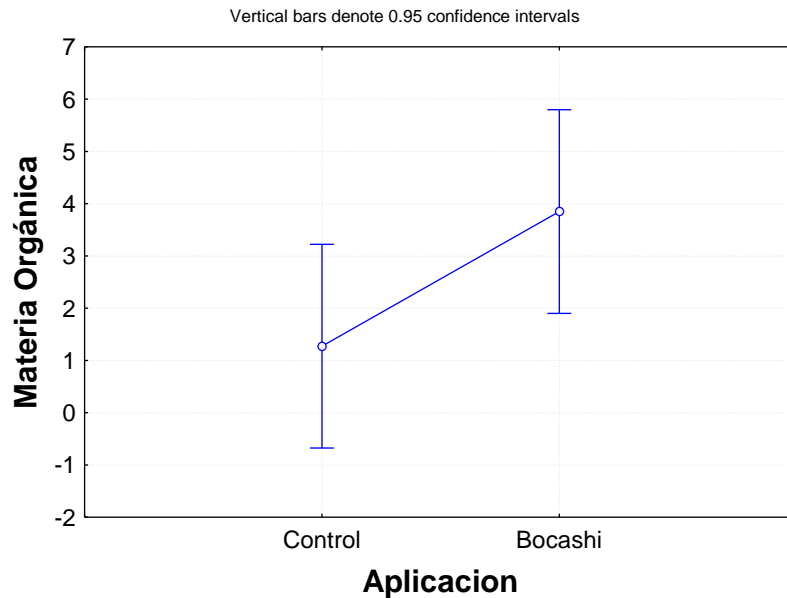
Figura 3. Efecto de la aplicación con Bocashi y el Tiempo de análisis sobre el contenido de carbonatos del suelo



Respecto a la materia orgánica se encontró que ninguna variable tuvo un efecto significativo sobre el contenido de materia orgánica, aunque el p-valor de la variable tipo de aplicación fue muy cercano a 0.05 (p-valor = 0.056) lo que podría sugerir que es posible que incrementando la cantidad de repeticiones en el experimento se encontrase diferencia significativa. El tiempo no tuvo un efecto significativo, es decir la media de materia orgánica es equivalente a los 0, 3 y 6

meses de aplicación (ver figura 4). En la figura 4 se observa que la materia orgánica fue mayor en el suelo con Bocashi que en el suelo control.

*Figura 4. Efecto de la aplicación de Bocashi (arriba) y el tiempo de toma de muestra (abajo) sobre el contenido de materia orgánica*

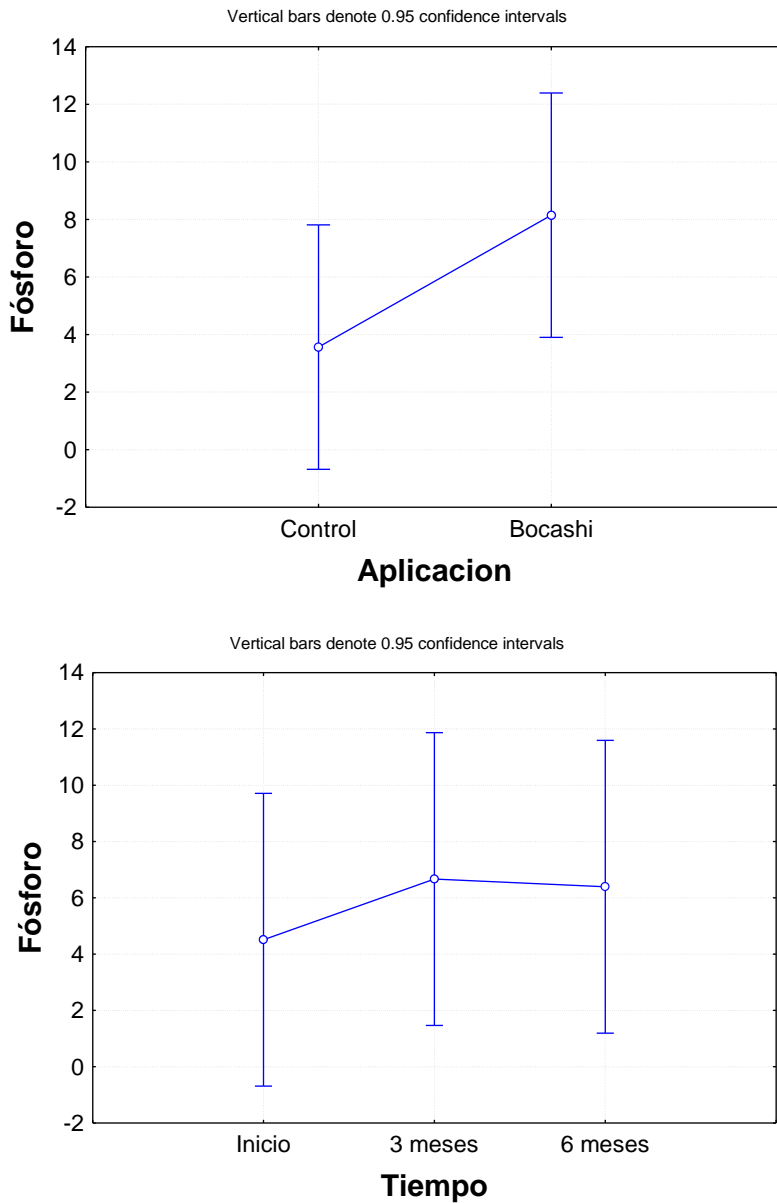


**- Efecto sobre el Contenido de Fósforo y Potasio**

Los resultados del contenido de fósforo y potasio se mostraron en la tabla N° 07. De análisis de varianza se infiere que el tipo de aplicación y el tiempo no tuvieron efecto significativo en el contenido de fósforo del suelo ( $p\text{-valor} > 0.05$ ). Tanto el suelo con

Bocashi como el suelo control, tuvieron un contenido medio de fósforo equivalente, lo mismo que el tiempo, no se encontró diferencia significativa en el contenido medio de fósforo a los 0, 3 y 6 meses como ilustra la figura 5.

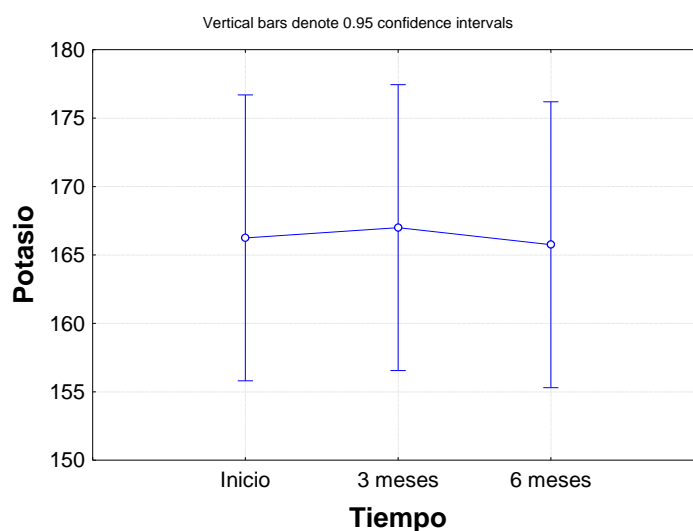
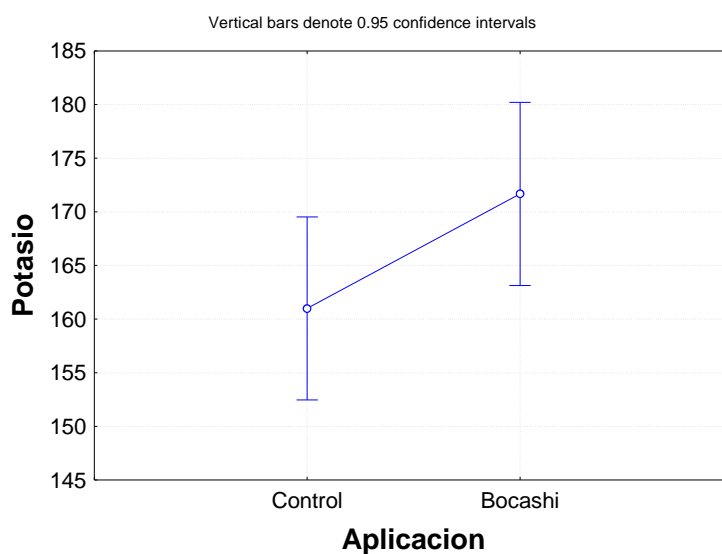
*Figura 5. Efecto de la aplicación de Bocashi (arriba) y el tiempo de toma de muestra (abajo) sobre el contenido de Fósforo*



Respecto al contenido de potasio, del análisis de varianza se infiere que el tipo de aplicación y el tiempo no tuvieron efecto significativo sobre el contenido de potasio ( $p$ -valor  $> 0.05$ ). De la prueba de Tukey el contenido medio de potasio en el suelo con Bocashi no mostró diferencia significativa respecto al suelo control,

e igualmente no hubo diferencias significativas en el contenido medio de potasio a los 0, 3 y 6 meses. No obstante, el p-valor de la variable aplicación fue cercano a 0.05 (p-valor = 0.063), lo que sugiere que, si se ampliara la base de datos, es posible que sí haya diferencia significativa entre los contenidos medios de los suelos con Bocashi y control, como ilustra la figura 6.

*Figura 6. Efecto de la aplicación de Bocashi (arriba) y el tiempo de toma de muestra (abajo) sobre el contenido de Potasio*



## 4.2.ANOVA y Prueba de Tukey

### - pH

#### ANOVA

| Efecto     | GL | SS     | MS     | F   | p        |
|------------|----|--------|--------|-----|----------|
| Aplicación | 1  | 0.0038 | 0.0038 | 1.2 | 0.385318 |
| Tiempo     | 2  | 0.0055 | 0.0027 | 0.9 | 0.530043 |
| Error      | 2  | 0.0062 | 0.0031 |     |          |
| Total      | 5  | 0.0154 |        |     |          |

#### Prueba de Tukey (Mostrada como grupos homogéneos)

Un único subgrupo: no hay diferencia significativa entre los 6 tratamientos

Para la aplicación:

| Aplicación | pH promedio | Subgrupo |
|------------|-------------|----------|
| Control    | 7.640000    | ****     |
| Bocashi    | 7.690000    | ****     |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .00309, df = 2.0000

Para el tiempo:

| Tiempo  | pH promedio | Subgrupo |
|---------|-------------|----------|
| 6 meses | 7.622500    | ****     |
| Inicio  | 7.682500    | ****     |
| 3 meses | 7.690000    | ****     |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .00309, df = 2.0000

### - Conductividad eléctrica

#### ANOVA

| Efecto     | GL | SS       | MS       | F       | p        |
|------------|----|----------|----------|---------|----------|
| Aplicación | 1  | 1.071038 | 1.071038 | 40.6273 | 0.023741 |
| Tiempo     | 2  | 0.047558 | 0.023779 | 0.9020  | 0.525760 |
| Error      | 2  | 0.052725 | 0.026363 |         |          |
| Total      | 5  | 1.171321 |          |         |          |

## Prueba de Tukey

Para la aplicación:

| Aplicación | CE promedio | Subgrupo |      |
|------------|-------------|----------|------|
|            |             | 1        | 2    |
| Control    | 0.333333    | ****     |      |
| Bocashi    | 1.178333    |          | **** |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .00309, df = 2.0000

Para el tiempo:

| Tiempo  | CE promedio | Subgrupo |
|---------|-------------|----------|
| Inicio  | 0.630000    | ****     |
| 6 meses | 0.815000    | ****     |
| 3 meses | 0.822500    | ****     |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .02636, df = 2.0000

- Carbonatos

## ANOVA

| Efecto     | GL | SS      | MS      | F       | p        |
|------------|----|---------|---------|---------|----------|
| Aplicación | 1  | 1.93802 | 1.93802 | 258.259 | 0.003850 |
| Tiempo     | 2  | 0.01728 | 0.00864 | 1.151   | 0.464894 |
| Error      | 2  | 0.01501 | 0.00750 |         |          |
| Total      | 5  | 1.97030 |         |         |          |

## Prueba de Tukey

Para la aplicación:

| Aplicación | Carbonatos promedio | Subgrupo |      |
|------------|---------------------|----------|------|
|            |                     | 1        | 2    |
| Control    | 1.826667            | ****     |      |
| Bocashi    | 2.963333            |          | **** |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .00750, df = 2.0000

Para el tiempo:

| <b>Tiempo</b> | <b>Carbonatos promedio</b> | <b>Subgrupo</b> |
|---------------|----------------------------|-----------------|
| Inicio        | 2.347500                   | ****            |
| 6 meses       | 2.367500                   | ****            |
| 3 meses       | 2.470000                   | ****            |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .00750, df = 2.0000

- Materia orgánica

### ANOVA

| <b>Efecto</b> | <b>GL</b> | <b>SS</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Aplicación    | 1         | 9.95882   | 9.95882   | 16.19276 | 0.056567 |
| Tiempo        | 2         | 1.25003   | 0.62502   | 1.01626  | 0.495968 |
| Error         | 2         | 1.23003   | 0.61502   |          |          |
| Total         | 5         | 12.43888  |           |          |          |

### Prueba de Tukey

Para la aplicación:

| <b>Aplicación</b> | <b>MO promedio</b> | <b>Subgrupo</b> |
|-------------------|--------------------|-----------------|
| Control           | 1.273333           | ****            |
| Bocashi           | 3.850000           | ****            |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .61502, df = 2.0000

Para el tiempo:

| <b>Tiempo</b> | <b>MO promedio</b> | <b>Subgrupo</b> |
|---------------|--------------------|-----------------|
| Inicio        | 1.960000           | ****            |
| 3 meses       | 2.660000           | ****            |
| 6 meses       | 3.065000           | ****            |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = .61502, df = 2.0000

- Fósforo

**ANOVA**

| <b>Efecto</b> | <b>GL</b> | <b>SS</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Aplicación    | 1         | 31.5104   | 31.5104   | 10.78190 | 0.081562 |
| Tiempo        | 2         | 5.5081    | 2.7540    | 0.94234  | 0.514842 |
| Error         | 2         | 5.8451    | 2.9225    |          |          |
| Total         | 5         | 42.8635   |           |          |          |

**Prueba de Tukey**

Para la aplicación:

| <b>Aplicación</b> | <b>Fósforo promedio</b> | <b>Subgrupo</b> |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| Control           | 3.566667                | ****            |
| Bocashi           | 8.150000                | ****            |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = 2.9225, df = 2.0000

Para el tiempo:

| <b>Tiempo</b> | <b>Fósforo promedio</b> | <b>Subgrupo</b> |
|---------------|-------------------------|-----------------|
| Inicio        | 4.512500                | ****            |
| 6 meses       | 6.395000                | ****            |
| 3 meses       | 6.667500                | ****            |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = 2.9225, df = 2.0000

- Potasio

**ANOVA**

| <b>Efecto</b> | <b>GL</b> | <b>SS</b> | <b>MS</b> | <b>F</b> | <b>p</b> |
|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Aplicación    | 1         | 170.7     | 170.7     | 14.47    | 0.062667 |
| Tiempo        | 2         | 1.6       | 0.8       | 0.07     | 0.937086 |
| Error         | 2         | 23.6      | 11.8      |          |          |
| Total         | 5         | 195.8     |           |          |          |

**Prueba de Tukey**

Para la aplicación:

| <b>Aplicación</b> | <b>Potasio promedio</b> | <b>Subgrupo</b> |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| Control           | 161.0000                | ****            |
| Bocashi           | 171.6667                | ****            |

Homogenous Groups, alpha = .05000

Error: Between MS = 11.792, df = 2.0000

Para el tiempo:

| Tiempo  | Potasio promedio | Subgrupo |
|---------|------------------|----------|
| 6 meses | 165.7500         | ****     |
| Inicio  | 166.2500         | ****     |
| 3 meses | 167.0000         | ****     |

Homogenous Groups, alpha = .05000  
 Error: Between MS = 11.792, df = 2.0000

### 4.3. Correlación entre las variables de estudio

La matriz de correlaciones entre las variables dependientes estudiadas se muestra en la tabla N° 09. Se observa que la variable CE presentó una correlación significativa con el contenido de carbonatos, MO, fósforo y potasio sugiriendo que el incremento en el contenido de carbonatos estaría relacionado con el incremento en los minerales fósforo, potasio, y el contenido de materiales en la materia orgánica.

*Tabla N° 9. Correlación entre variables*

| Variable  | pH | CE   | Carbonatos | MO      | P      | K      |
|-----------|----|------|------------|---------|--------|--------|
| pH        | 1  | 0.41 | 0.53***    | 0.21*** | 0.36** | 0.62** |
| CE        |    | 1    | 0.98***    | 0.98*** | 0.97** | 0.95** |
| Carbonato |    |      | 1          | 0.91*** | 0.90** | 0.96** |
| MO        |    |      |            | 1       | 0.97** | 0.88** |
| P         |    |      |            |         | 1      | 0.92** |
| K         |    |      |            |         |        | 1      |

Asteriscos indican nivel de significancia del coeficiente de correlación de Pearson: al 0.05 \*, al 0.01 \*\* y al 0.001 \*\*\*

El contenido de carbonatos y de MO está también positivamente correlacionado con el contenido de fósforo y potasio, sugiriendo que incrementos en el contenido de fósforo y potasio también están relacionados con incrementos en la materia orgánica y el contenido de carbonatos. Lo que indica que al incrementar el contenido de MO o carbonatos (como provenientes por la adición de Bocashi) también incrementa los

contenidos de fósforo, potasio y que la conductividad eléctrica se incrementaría por la presencia de estos minerales.

Esto sugiere que abonos como el Bocashi son una fuente importante para incrementar el contenido de minerales en el suelo.

#### 4.4. Antecedentes de las propiedades de las Enmiendas Orgánicas

A continuación, se muestran la caracterización física, química y biológica de abonos aplicados en la producción de cultivos ubicados en República Dominicana.

Tabla N° 10: Propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de bocashi

| Tipos de bokashi <sup>1</sup> | Contenido de los elementos (%) |                           |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |             |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                               | pH                             | CE<br>dS cm <sup>-1</sup> | MO    | N     | P     | K     | Ca    | Mg    | Fe     | Mn     | Cu     | Zn     | Humedad (%) |
| BPP                           | 8.1                            | 8.92                      | 32.1  | 1.48  | 3.87  | 2.26  | 11.66 | 1.19  | 0.4735 | 0.0380 | 0.0139 | 0.0249 | 40.0        |
| BPJ                           | 8.8                            | 13.48                     | 44.7  | 1.48  | 6.11  | 3.63  | 21.73 | 1.47  | 0.4478 | 0.1028 | 0.0702 | 0.0989 | 26.4        |
| BAA                           | 8.6                            | 21.2                      | 20.1  | 1.52  | 1.56  | 2.98  | 11.43 | 1.35  | 1.24   | 0.0473 | 0.0084 | 0.0477 | 10.1        |
| BJJ                           | 8.2                            | 17.66                     | 40.2  | 1.67  | 1.35  | 2.59  | 4.58  | 1.18  | 1.22   | 0.0437 | 0.0050 | 0.0247 | 46.1        |
| BBO                           | 6.7                            | 14.3                      | 40.2  | 1.39  | 0.78  | 1.50  | 8.17  | 0.84  | 1.54   | 0.0390 | 0.0046 | 0.0285 | 46.1        |
| BVT                           | 8.4                            | 6.95                      | 22.1  | 1.09  | 1.24  | 1.80  | 7.5   | 1.23  | 2.00   | 0.0494 | 0.0070 | 0.0311 | 13.1        |
| Promedio                      | 8.13                           | 13.75                     | 33.23 | 1.44  | 2.49  | 2.46  | 10.85 | 1.21  | 1.15   | 0.05   | 0.02   | 0.04   | 30.30       |
| EE                            | 0.31                           | 2.17                      | 4.19  | 0.08  | 0.85  | 0.32  | 2.43  | 0.09  | 0.25   | 0.01   | 0.01   | 0.01   | 6.61        |
| CV                            | 9.19                           | 38.58                     | 30.87 | 13.46 | 83.76 | 31.77 | 54.88 | 17.56 | 52.56  | 46.14  | 141.35 | 67.66  | 53.47       |

Tabla N° 11: Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes vegetales utilizadas en la agricultura orgánica

| Fuentes                      | Contenido de los elementos (%) |                           |      |      |       |      |       |      |        |        |        |        | Humedad (%) |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------|------|-------|------|-------|------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                              | pH                             | CE<br>dS cm <sup>-1</sup> | MO   | N    | P     | K    | Ca    | Mg   | Fe     | Mn     | Cu     | Zn     |             |
| Cascarilla Arroz QM          | 9.0                            | 1.14                      | 4.0  | 0.31 | 0.79  | 0.95 | 0.19  | 0.30 | 0.2224 | 0.0264 | 0.0013 | 0.0055 | 28.7        |
| Cascarilla Arroz QFG         | 7.8                            | 0.35                      | 2.9  | 0.47 | 0.69  | 0.18 | 0.29  | 0.29 | 0.0903 | 0.0273 | 0.0011 | 0.0075 | 67.7        |
| Carbón de cascarilla arroz M | 8.4                            | 0.35                      | 2.0  | 0.24 | 0.79  | 0.38 | 0.43  | 0.40 | 0.1058 | 0.0323 | 0.0010 | 0.0053 | 38.2        |
| Cascarilla Arroz M           | 5.8                            | 0.67                      | 83.8 | 0.62 | 0.20  | 0.25 | 0.06  | 0.09 | 0.0162 | 0.0089 | 0.0004 | 0.0020 | 8.3         |
| Cascarilla Arroz FG          | 6.1                            | 0.67                      | 89.3 | 0.62 | 0.17  | 0.24 | 0.07  | 0.10 | 0.0150 | 0.0119 | 0.0005 | 0.0023 | 9.6         |
| Tierra Bosque                | 6.7                            | 1.53                      | 30.7 | 1.63 | 10.87 | 0.18 | 26.52 | 1.20 | 0.6979 | 0.0698 | 0.0748 | 0.0828 | 43.4        |
| Melaza                       | 5.2                            | 7.64                      | -    | 0.13 | 0.22  | 1.54 | 0.49  | 0.26 | 0.0231 | 0.0039 | 0.0007 | 0.0014 | ND          |
| Pulpa café Orgánico 1        | 7.7                            | 1.79                      | 47.5 | 2.19 | 4.12  | 0.57 | 11.99 | 2.74 | 0.9711 | 0.1125 | 0.0274 | 0.0538 | 35.6        |
| Pulpa café Orgánico 2        | 7.6                            | 5.46                      | 47.5 | 1.68 | 1.59  | 1.52 | 5.02  | 0.94 | 1.2899 | 0.1013 | 0.0120 | 0.0279 | 19.0        |

| Fuentes                 | Contenido de los elementos (%) |                           |       |       |        |       |        |       |        |        |        |        | Humedad (%) |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------------|
|                         | pH                             | CE<br>dS cm <sup>-1</sup> | MO    | N     | P      | K     | Ca     | Mg    | Fe     | Mn     | Cu     | Zn     |             |
| Pulpa Café Orgánico DJ  | 8.0                            | 2.73                      | 89.3  | 2.29  | 0.41   | 3.72  | 0.66   | 0.25  | 0.0376 | 0.0047 | 0.0016 | 0.0011 | 80.3        |
| Pulpa Café Convencional | 7.4                            | 0.59                      | 29.3  | 1.60  | 0.29   | 0.46  | 1.85   | 0.44  | 2.5542 | 0.0775 | 0.0052 | 0.0060 | 39.9        |
| Afrecho P               | 5.8                            | 2.10                      | 96.3  | 2.23  | 4.09   | 1.67  | 0.07   | 1.30  | 0.0248 | 0.0162 | 0.0008 | 0.0060 | 8.0         |
| Afrecho M               | 6.4                            | 1.55                      | 92.1  | 2.40  | 3.99   | 1.74  | 0.08   | 1.34  | 0.0263 | 0.0151 | 0.0009 | 0.0059 | 6.9         |
| Afrecho FG              | 6.4                            | 1.29                      | 97.7  | 2.30  | 3.63   | 1.60  | 0.06   | 1.25  | 0.0072 | 0.0104 | 0.0009 | 0.0057 | 7.8         |
| Aserrín Pino J          | 4.6                            | 0.20                      | -     | 0.35  | 0.06   | 0.03  | 0.28   | 0.49  | 0.6622 | 0.0132 | 0.0013 | 0.0022 | 73.3        |
| Promedio                | 6.86                           | 1.87                      | 54.80 | 1.27  | 2.13   | 1.00  | 3.20   | 0.76  | 0.22   | 0.04   | 0.01   | 0.01   | 33.3        |
| EE                      | 0.32                           | 0.53                      | 10.61 | 0.23  | 0.75   | 0.25  | 1.86   | 0.18  | 0.09   | 0.01   | 0.01   | 0.01   | 6.9         |
| CV                      | 18.20                          | 110.66                    | 69.84 | 70.28 | 136.30 | 98.39 | 224.26 | 94.09 | 147.23 | 102.57 | 226.85 | 163.39 | 77.0        |

(Pérez, Céspedes, & Núñez, 2008)

*Tabla N° 12: Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes de animales utilizadas en la agricultura orgánica*

| Fuentes               | Contenido de los elementos (%) |                           |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |                |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|----------------|
|                       | pH                             | CE<br>dS cm <sup>-1</sup> | MO    | N     | P     | K     | Ca    | Mg    | Fe     | Mn     | Cu     | Zn     | Humedad<br>(%) |
| Estiércol Ovejo FG    | 8.3                            | 7.76                      | 75.4  | 2.30  | 2.28  | 3.86  | 1.73  | 1.04  | 0.1431 | 0.0124 | 0.0023 | 0.0155 | 24.6           |
| Estiércol Oveja L14   | 8.5                            | 12.68                     | 54.4  | 1.72  | 2.80  | 4.31  | 6.26  | 1.48  | 0.9493 | 0.0681 | 0.0090 | 0.0179 | 21.3           |
| Pollaza TLV           | 7.6                            | 9.23                      | 69.8  | 2.39  | 3.20  | 3.02  | 3.23  | 1.06  | 0.1647 | 0.0481 | 0.0058 | 0.0463 | 15.3           |
| Pollaza L14           | 7.1                            | 8.61                      | 76.8  | 2.42  | 2.45  | 2.58  | 1.80  | 0.81  | 0.2830 | 0.0487 | 0.0214 | 0.0224 | 28.4           |
| Gallinaza PP          | 7.2                            | 13.68                     | 58.6  | 2.59  | 6.45  | 3.58  | 11.60 | 1.18  | 0.2549 | 0.0280 | 0.0428 | 0.0388 | 13.3           |
| Gallinaza J           | 7.6                            | 11.15                     | 54.4  | 1.17  | 6.22  | 2.68  | 18.49 | 1.30  | 0.3735 | 0.1081 | 0.0627 | 0.0936 | 34.3           |
| Gallinaza GPC         | 8.0                            | 15.85                     | 54.4  | 2.12  | 5.77  | 3.30  | 13.22 | 1.15  | 0.2857 | 0.1039 | 0.0549 | 0.0889 | 22.5           |
| Gallinaza L14         | 7.2                            | 11.59                     | 62.8  | 2.47  | 3.78  | 2.35  | 11.32 | 0.87  | 0.3700 | 0.0406 | 0.0033 | 0.0218 | 16.6           |
| Estiércol Caballo FMD | 7.3                            | 1.86                      | 81.0  | 0.93  | 0.88  | 0.72  | 0.93  | 0.58  | 0.5047 | 0.0278 | 0.0029 | 0.0103 | 66.7           |
| Estiércol Vacuno P    | 8.8                            | 5.51                      | 72.6  | 2.03  | 1.91  | 1.97  | 2.81  | 1.10  | 0.3581 | 0.0253 | 0.0031 | 0.0115 | 52.8           |
| Estiércol Vacuno PB   | 7.2                            | 0.85                      | 37.7  | 1.52  | 6.83  | 0.12  | 8.80  | 1.70  | 0.7121 | 0.1126 | 0.0073 | 0.0695 | 57.9           |
| Estiércol Cerdo L14   | 6.1                            | 0.95                      | 29.3  | 1.40  | 4.42  | 0.08  | 6.50  | 0.42  | 4.2980 | 0.0937 | 0.0145 | 0.0977 | 53.6           |
| Estiércol Chivo PB    | 8.9                            | 5.91                      | 78.2  | 2.22  | 2.12  | 3.28  | 1.83  | 1.41  | 0.1854 | 0.0405 | 0.0029 | 0.0130 | 14.1           |
| Promedio              | 7.68                           | 8.13                      | 61.95 | 1.94  | 3.78  | 2.45  | 6.81  | 1.08  | 0.38   | 0.0600 | 0.02   | 0.04   | 32.42          |
| EE                    | 0.22                           | 1.36                      | 4.41  | 0.15  | 0.55  | 0.38  | 1.53  | 0.10  | 0.07   | 0.0100 | 0.01   | 0.01   | 5.21           |
| CV                    | 10.35                          | 60.44                     | 25.69 | 27.83 | 52.24 | 56.27 | 80.91 | 32.83 | 62.38  | 60.100 | 119.32 | 79.98  | 57.96          |

(Pérez, Céspedes, & Núñez, 2008)

## **CAPÍTULO V**

### **5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1.1. CONCLUSIONES**

Después de haber analizado los resultados obtenidos en el laboratorio, hemos ido obteniendo una serie de conclusiones, las que se resumen a continuación:

- El diagnóstico previo del estado del suelo agrícola mediante el análisis de sus parámetros fisicoquímicos muestra un porcentaje no tan bajo, prueba de ello son los resultados obtenidos en la Tabla 07.
- Asimismo, se logró reducir considerablemente los residuos orgánicos implicados en la ejecución del presente proyecto, ya que muchos de estos hubiesen terminado en el proceso de disposición final; esto refuerza la conducta ambiental de reducción y/o reutilización sea de residuos sólidos orgánicos o inorgánicos.
- En la tabla N° 07 y el gráfico N° 01 se determinan porcentual y cuantitativamente que la eficiencia del Bocashi fue favorable, esto a su vez, se refleja mediante los análisis de sus parámetros fisicoquímicos, con pre y post tratamiento.

#### **5.1.2. RECOMENDACIONES**

- Con respecto al tiempo de fermentación, se tuvo que fueron 25 días, por lo que

ANEXOS

**MATERIALES EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DEL BOCASHI**

*Materia Prima*

*Fotografía 1: Gallinaza*



*Fotografía 2: Cáscara de Arroz - Residuo*



---

Fotografía 3: Carbón Molido



---

Fotografía 4: Melaza



*Fotografía 5: Cal agrícola y Levadura*



*Fotografía 6: Agua no clorada*



Fotografía 7: Balanza



**ELABORACIÓN DEL BOCASHI**

*Fotografía 8: Primer Paso-Juntar todos los materiales a utilizar, previo pesaje*



Fotografía 9: Segundo paso-Mezclar bien todos los materiales



*Fotografía 10: Tercer paso-Realizar la prueba del puño, si el agua no se escurre hemos tenido éxito en la elaboración del abono Bocashi*





**PREPARACIÓN DE LAS PARCELAS**

*Fotografía 11: Entrega del área a usar como parcelas*





*Fotografía 12: Delimitación de las Parcelas*



## TOMA DE MUESTRAS

*Fotografía 13: Toma de muestra – Tierra*



*Fotografía 14: Abono Bocashi, después de 25 días*



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alberto, F. H., Raudel, S. T., Enrique, R. M., Rosa, M. R., & Victor, O. P. (2008).

IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGANICOS. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 57-67.

Alfaro, J. G. (2016). El Suelo y Los abonos orgánicos . 113.

Altamirano Flores, M., & Cabrera Carranza, C. (2006). A comparative study for making compost through a handy technique. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG - Universidad Nacional Mayor de San Mayor* , 84.

Álvarez Solís, J., Mendoza Núñez, J., & León Martínez , N. (2016). Effect of bokashi and vermicompost leachate on yield and quality of pepper (*Capsicum annuum*) and onion (*Allium cepa*) under monoculture and intercropping cultures. *Ciencia e Investigación Agraria* , 10.

Arango Orozco, M. (2017). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos. *Corporación Universitaria Lasallista - Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias*. Caldas, Antioquia , Colombia .

Barbaro, L., Karlanian, M., & Mata, D. (2017). Importancia del pH y la Conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca - Argentina* , 11.

Becerra Moreno, A. (1998). Conservacion de Suelos y Desarrollo Sustentable, ¿Utopia o Posibilidad en Mexico? *Terra Volumen 16 Número 2* , 7.

Bertoli Herrera, M., Terry Alfonso, E., & Ramos Aguero, D. (2015). Producción y uso del abono orgánico tipo Bocashi. Una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos. *Revista del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas - INCA*, 45.

- Bertolí Herrera, M., Terry Alfonso, E., & Ramos Agüero, D. (2015). *Producción y uso del abono orgánico tipo Bocashi. Una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos*. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA.
- Butron Cardenas , D. (2015). Aplicaciones de bocashi y té de compost en el rendimiento de frejol (*phaseolus vulgaris l.*) Var. Canario en condiciones del Valle de Sigüas, Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa* . Arequipa, Perú.
- Castro, A., Henríquez, C., & Bertsch, F. (2009). Capacidad de suministro de N,P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, 14.
- Céspedes, C., & Infante, A. (2012). *Producción orgánica como un sistema integral*. Perú.
- Chandler, C., Ferrer, J., Mármol, Z., Páez, G., Ramones, E., & Perozo, R. (2008). Efecto de la aireación en el compostaje del bagacillo de la caña de azúcar. *REDALYC*, 10.
- Cristina Scotton, J., Da Silva Pereira, J., Busoni Campos, A. A., Pelizari Pinto, D. F., Fialho Costa, W. L., & Kenji Homma, S. (2017). Different Sources Of Inoculum To The Bokashi Provides Distinct Effects On The Soil Quality. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, 7.
- David, R. A., & Elein, T. A. (2014). GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS:. *Scielo*, 52-59.
- De la Llana Baca, F. J., García López, R. G., & Ortega Soza, J. (agosto de 2004). Manual básico para la elaboración y producción de abono orgánico. Nicaragua: Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

- Estrada de Luis, I. B., & Gómez Palacios, J. M. (Junio de 2006). La Biometanización: Valorización de los residuos a través de la producción de Biogás. *La valorización del Compost*. Madrid, España.
- FAO. (2011). Aboneras Tipo Bocashi. *Programa Extraordinario de apoyo a la seguridad alimentaria y nutricional*, 12.
- FAO. (2015). Estado Mundial del Recurso Suelo. *FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 92.
- Fondo Italiano Peruano (FIP). (2017). Manual de Elaboración de Abonos Orgánicos: Fortalecimiento de la actividad pecuaria en comunidades en extrema pobreza en la cuenca del río San Antonio, en los distritos de Cusicancha y Huaycundo Arma de la provincia de Huaytara y Región de Huancavelica. *Fondo Italiano Peruano*, 26.
- Garro Alfaro, J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos. *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria* . Costa Rica .
- Gómez Tequia, A. N., & Tovar Gil, X. (Julio de 2008). Elaboración de un abono orgánico fermentando a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Pontificia Universidad Javeriana - Facultad de Ciencias* . Bogotá, Colombia .
- González Cueto, O., Iglesias Coronel, C., & Herrera Suárez, M. (2009). Analysis of the factors that cause soil compaction. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.
- Hernández Rodríguez, O. A., Ojeda Barrios, D. L., López Díaz, J. C., & Arras Vota, A. M. (2010). Effect of organic fertilizer on physical, chemical and biological soil properties. *El científico frente a la sociedad*, 6.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Hills, D., & Nakano, K. (2003). Effects of particle size on anaerobic digestion of tomato solid wastes. En U. o. California, *Agricultural Wastes* (pág. 295). California.
- Huamancayo Ysminio, G. G. (2012). Efecto del bocashi en las propiedades del suelo y en el crecimiento del cacao (*Theobroma cacao* L.) fase vivero en Santa Rosa - Naranjillo. *Universidad Agraria de la Selva*, 88.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática . (30 de Junio de 2017). Departamento de Moquegua: Población Total proyectada al 30 de junio y Ubicación Geográfica . Pacocha, Ilo - Moquegua, Parí.
- Jaramillo Henao , G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia. *Universidad de Antioquia - Facultad de Ingeniería*, 116.
- Karimuna, L., Rahni, N. M., & Boer, D. (2016). The Use of Bokashi to Enhance Agricultural Productivity of Marginal Soils in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Journal of Tropical Crop Science*, 6.
- La Rosa Varillas , E. (mayo de 2018). Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del Cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima. Lima, Perú.
- Lasmini , S. A., Nasir, B., Hayati, N., & Edy, N. (2018). Improvement of soil quality using bokashi composting and NPK fertilizer to increase shallot yield on dry land. *Australian Journal Of Crop Science*, 7.

- Meléndez, G., & Soto, G. (Marzo de 2003). Taller de Abonos Orgánicos. *Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos*. Costa Rica .
- Mencía Guevara, R. A., & Reyes Medina, D. R. (2018). Evaluación de abonos orgánicos a base de pulpa de café, en el cultivo de lechuga cv. Kristine y Versai. *Biblioteca Wilson Popenoe*, 23.
- Ministerio de Agricultura - Servicio Agrícola y Ganadero . (2014). Agricultura Orgánica Nacional. Chile .
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador . (2017). Elaboración y Uso del Bocashi. *Programa Especial para la Seguridad alimentaria –PESA y del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal –CENTA*, 16.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay. (2013). *El Manejo del Suelo en la Producción de hortalizas con buenas practicas agrícolas* .
- Montero Yañez , I. (2013). Comportamiento Agronómico de cinco hortalizas de hojas con tres abonos orgánicos en el centro experimental "La Playita", de la Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Ingeniería Agropecuaria* . Quevedo, Ecuador.
- Muhammad, K. M. (2015). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático*.
- Muñoz, J. M., Muñoz, J. A., & Montes, C. (2015). EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS UTILIZANDO COMO INDICADORES PLANTAS DE LECHUGA Y REPOLLO EN POPAYAN, CAUCA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación . (2009). *Guía para la Descripción de Suelos*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2013). *Manual de Compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina* . Santiago de Chile, Chile .
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014). *El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina*. 9.
- Pangaribuan, D. H., Pratiwi, O. L., & Lismawanti, D. (2011). The Reduction of Inorganic Fertilizers Using The Addition of Plant Bokashi in the Tomato Cultivation. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 7.
- Pérez, A., Céspedes, C., & Núñez, P. (2008). Physical, chemical and biological characterization of applied organic amendments in crop production in Dominican Republic. *Scielo*, 20.
- Piedrahita Gaviria, C. A., & Caviedes Albán, D. A. (2012). Elaboración de un abono tipo "Bocashi" a partir de desechos orgánicos y subproductos de Industria Lactea (Lacto Suero). *Universidad de San Buenaventura Cali - Ingeniería Agroindustrial* . Santiago de Cali, Colombia .
- Prieto Matiz, D. J., Orjuela Villamil, E., & Cárdenas Torres, L. F. (2005). *Comparison of the efficiency of the organic fertilizers with regard to the chemical fertilizers in fertilization in the cultivation of balm-gentle (Melissa officinalis)*.
- Quecedo Lecanda, R., & Castaño Garrido , C. (2002). Introducción a la metodología de Investigación Cualitativa . *Red de Revistas Científicas de America Latina, el Caribe, España y Portugal (REDALYC)*, 36.

- Quinatoa Medina, M. J. (2012). Estandarización del proceso de producción de compost con fines comerciales utilizando tres fuentes de inóculo con la Asociación Santa Catalina del Cantón Píllaro. *Universidad Técnica de Ambato*. Cevallos, Ecuador.
- Quintanilla Menjivar, F. N., Yanes Vilorio, C. C., & Monge De Castro, C. B. (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. *Universidad de El Salvador*, 123.
- Quiroz, M., & Céspedes, C. (2019). Bokashi as an Amendment and Source of Nitrogen in Sustainable Agricultural Systems: a Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12.
- Rafael Avila, M. (2015). Proceso de Producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga - Huancayo. *Universidad Nacional del Centro del Perú - Facultad de Ciencias Frestales y del Ambiente*. Sapallanga, Huancayo, Perú.
- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (octubre - diciembre de 2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. La Habana, Cuba.
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., & Cabrera Rodríguez, J. (Junio de 2014). Bocashi: Abono Orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. Panamá.
- Real Academia Española (RAE). (1 de Agosto de 2019). *Asociación de Academias de la Lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/srv/search?w=abonaron>

- Restrepo, J. (2000). *Abonos Orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil*. Brasil.
- Röben, E. (2002). *Manual de Compostaje para Municipios* . Loja, Ecuador.
- Rodríguez, L., Juscamaita, J., & Vargas, J. (2007). Effect of em-bokashi medium on the laboratory rearing of the Marine micro alga tetraselmis suecic k. *SCIELO Perú*, 15.
- Salazar Rojas, C. C. (2018). Influencia del tratamiento de Residuos orgánicos para mejorar la calidad del bocashi en el Mercado Sarita Colonia. *Universidad César Vallejo*, 98.
- Saldaña y Hernández, M., Gómez Álvarez, R., Rivera Cruz, M., ÁlvarezSolís, J., Pat Fernández, J., & Ortiz García, C. (2014). The influence of organic fertilizers on the chemical properties of soil and the production of *Alpinia purpurata*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 10.
- Sarmiento Sarmiento, G. J., Amèzquita Álvarez, M. A., & Mena Chacòn, L. M. (2019). Uso del bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecològica en el cultivo de fresa en zonas àridas. *Scientia Agropecuaria* , 7.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) . (2010). *Taller de Elaboración de Abonos Orgánicos* . Sinaloa, México.
- Shintani, M., Leblanc, H., & Tabora, P. (2000). *Bocashi (Abono Orgánico Fermentado): Tecnología tradicional adaptada para un agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos*. San José, Costa Rica: Primera Edición.
- Sociedad Española de Agricultura Ecologica (SEAE). (2008). *Manejo del suelo en los Sistemas agricolas de producciòn ecològica* .

- Ufere, U., Kanayo, C., & Mary, I. (2013). Relativni uticaj organskog i neorganskog đubriva na rast bamije [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 6.
- Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias . (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellin.
- Vargas Clemente, Y. (2017). Calidad del Compost producidos a partir de Residuos Organicos Municipales en el Centro de Protección Ambiental "Santa Cruz", Ciudad de Concepción. *Universidad Nacional del Centro del Perú*, 197.
- Vèlez, L. V. (05 de 08 de 2018). *Universidad Interamericana de Puerto Rico*. Obtenido de La Investigación Cualitativa: <http://www.ponce.inter.edu/cai/Comite-investigacion/investigacion-cualitativa.html>
- Villagómez Castillo, D. A. (2014). Elaboración de Bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de la Maná, provincia de Cotopaxi. *Universidad Central del Ecuador*, 125.
- Wilson, Z., & Gustavo, S. (s.f.). *BOKASHI Beneficios y Técnicas de Elaboración*. Venezuela.
- Yuliana, A., Sumarni, T., & Islami, T. (2015). Application of bokashi and sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) to improve inorganic fertilizer efficiency on maize (*Zea mays* L.). *Journal Of Degraded And Mining Lands Management*, 6.