



**UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**  
**BIOFERTILIZACIÓN A TRAVÉS DEL “BOCASHI” PARA LA**  
**MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DE CULANTRO (*Coriandrium***  
***sativum*) Y RABANITO (*Raphanus sativus*), PAKUY 2019**

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

**Autores:**

**Merino Baron Jeisser Alicxon**  
**Leydy Yohana Yahuara Suarez**

**Asesora:**

**Mg. Betty Esperanza Flores Mino**

**Línea de Investigación:**

**Contaminación Ambiental y Biotecnología**

**Chiclayo – Perú**  
**2019**

**BIOFERTILIZACIÓN A TRAVÉS DEL “BOCASHI” PARA LA  
MEJORA DE LA PRODUCCIÓN DE CULANTRO (*Coriandrium sativum*)  
Y RABANITO (*Raphanus sativus*), PAKUY 2019**

**FIRMA DEL ASESOR Y JURADO DE TESIS**

---

**Mg. Betty Esperanza Flores Mino**  
**ASESORA**

---

**Mg. Enrique Santos Nauca Torres**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Jorge Tomás Cumpa Vásquez**  
**SECRETARIO**

---

**Mg. Betty Esperanza Flores Mino**  
**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

*Dedicamos, este trabajo, a nuestro mayor orgullo y amor más grande, Jhadiel.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecemos en primer lugar a Dios, por regalarnos la oportunidad de existir, y en segundo lugar agradecemos a nuestros padres por inculcarnos la fortaleza y la perseverancia con la finalidad de alcanzar los objetivos y las metas trazadas en nuestras vidas.*

*Además, damos gracias a la Universidad de Lambayeque, por ser la base primordial en nuestra formación profesional.*

## **Resumen**

La búsqueda de alternativas de biofertilización que disminuyan la contaminación e incrementen la producción de los cultivos en horticultura, genera el objetivo de determinar el efecto de la biofertilización a través del “Bocashi” en la mejora de la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*) Pakuy 2018. La metodología se basó en un DCR el cual fue distribuido con Bocashi 25%+suelo 75% (T-01), Bocashi 50%+suelo 50% (T-02), Bocashi 0%+suelo agrícola 100% (T-03), previo un análisis de macro y micronutrientes del Bocashi a utilizar. Luego del cultivo, se procedió a extraer 25 plantas al azahar de cada tratamiento y para su medición y evaluación. En el cultivo de culantro, se consideró el tamaño de la raíz y en el rabanito el peso del bulbo, pero en ambos se realizó la medición de la parte aérea de la planta. Los resultados que se obtuvieron en el cultivo de rabanito, permiten describir que, la adición del Bocashi al 50% genera un incremento de 952.49 g en el peso del bulbo por metro cuadrado de cultivo; en el caso del cultivo de culantro, la adición de la proporción de 25% de Bocashi genera un incremento de 5.8 cm a la longitud aérea de la planta.

**Palabras clave:** Biofertilizante, bocashi, culantro, rabanito.

## **Abstract**

The search for biofertilization alternatives that decrease contamination and increase the production of crops in horticulture, generates the objective of determining the effect of biofertilization through "Bokashi" in improving the production of coriander (*Coriandrium sativum*) and radish (*Raphanus sativus*) Pakuy 2018. The methodology was based on a DCR which was distributed with Bocashi 25% + soil 75% (T-01), Bocashi 50% + soil 50% (T-02), Bocashi 0% + soil 100% agricultural (T-03), after a macro and micronutrient analysis of the Bocashi to be used. After cultivation, 25 orange blossoms were extracted from each treatment and for its measurement and evaluation. In coriander cultivation, the size of the root and the radish of the bulb were considered, but in both the measurement of the aerial part of the plant was carried out. The results that were obtained in the radish culture, allow us to describe that, the addition of Bocashi to 25% generates an increase of 373.73 g in the weight of the bulb per square meter of culture; In the case of coriander cultivation, the addition of the same proportion of Bocashi generates an increase of 5.8 cm to the aerial length of the plant.

**Keywords:** Biofertilizer, bocashi, coriander, radish.

## Índice

Resumen .....	V
Abstract .....	VI
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Marco Teórico .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Antecedentes Bibliográficos.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1. A Nivel Internacional.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2. A Nivel Nacional.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Bases teóricas .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1. El suelo.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2. Relación entre plantas y microorganismos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3. Biofertilización o fertilización orgánica.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3.1. Las reglas de la fertilización orgánica.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.4. Bocashi.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.4.1. Ventajas del bocashi.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.4.2. Desventajas del bocashi.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.5. Descripción de las especies en estudio.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.5.1. <i>Coriandrium sativum</i> “Culantro”.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.5.2. <i>Raphanus sativus</i> “Rabanito”.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3. Definición de términos básicos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.1. Biofertilización.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.2. Producción agrícola.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.3. Cultivos orgánicos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.4. Agroecología .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.5. Agricultura orgánica.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.6. Agricultura orgánica urbana.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.7. Abonos orgánicos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.8. Bocashi.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.9. Culantro.....</b>	<b>20</b>

2.3.10.	Rabanito.....	20
2.4.	Hipótesis.....	20
III.	Materiales y métodos .....	21
3.1.	Variables y operacionalización.....	21
3.2.	Tipo de estudio y Diseño de Investigación .....	23
3.2.1.	Es una investigación de tipo experimental, donde establece las causas de los probables sucesos, para demostrar la hipótesis en estudio. ....	23
3.2.2.	El diseño de la investigación es experimental, porque se va a medir la producción de dos especies agrícolas aplicando biofertilización usando bocashi.....	23
3.3.	Población y muestra en estudio .....	23
3.4.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.4.1.	Diseño Experimental. ....	23
3.4.2.	Métodos.....	24
3.4.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	28
3.5.	Procesamiento de datos y análisis estadístico .....	28
IV.	Resultados.....	29
4.1.	Preparar y analizar el “Bokashi” obtenido .....	29
4.2.	Descripción del efecto de la biofertilización con Bokashi en los plántones de los cultivos de culantro ( <i>Coriandrium sativum</i> ) y rabanito ( <i>Raphanus sativus</i> ).....	30
4.2.1.	Resultados en los plántones de rabanito .....	30
4.2.2.	Resultados en los plántones de culantro .....	33
4.3.	Cuantificación de la mejora en la producción de culantro ( <i>Coriandrum sativum</i> ) y rabanito ( <i>Raphanus sativus</i> ) usando Bokashi.....	36
4.3.1.	Incremento de la producción.....	36
4.3.1.1.	Cultivo de rabanito. ....	37
4.3.1.2.	Cultivo de culantro .....	37
V.	Discusión.....	39
VI.	Conclusiones .....	41
VII.	Recomendaciones .....	42
VIII.	Referencias Bibliográficas .....	43



ANEXOS .....	48
<b>Anexo 1. Resultados de análisis de Laboratorio .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 2. Tamaño de la parte aérea (cm) de la planta de rabanitos .....</b>	<b>50</b>
<b>Anexo 3. Peso del bulbo (g) por planta de rabanito .....</b>	<b>51</b>
<b>Anexo 4. Tamaño de la parte aérea (cm) de la planta de culantro .....</b>	<b>52</b>
<b>Anexo 5. Tamaño de la raíz (cm) de la planta de culantro.....</b>	<b>53</b>

## Índice de tablas

Tabla 1	Operacionalización de Variables	22
Tabla 2	Tratamientos aplicados al cultivo de culantro	23
Tabla 3	Tratamientos aplicados al cultivo de rabanito	24
Tabla 4	Requerimiento de ingredientes para preparar 100 kg de Bocashi	24
Tabla 5	Resultados del análisis de nutrientes y otros, del Bocashi producido	29
Tabla 6	Cantidad de macronutrientes aportado por el Bocashi según tratamiento para ambos cultivos	30
Tabla 7	Requerimientos de macronutrientes de ambos cultivos por planta	30
Tabla 8	Crecimiento de la parte aérea de la planta de rabanito según tratamientos	31
Tabla 9	Análisis de varianza (ANVA) aplicada al crecimiento de la parte aérea del rabanito según tratamientos	32
Tabla 10	Peso del bulbo del rabanito según tratamientos	32
Tabla 11	Análisis de varianza (ANVA) aplicada al peso del bulbo de rabanito según tratamientos	33
Tabla 12	Crecimiento de la parte aérea de la planta de culantro según tratamientos	34
Tabla 13	Análisis de varianza (ANVA) aplicada a la longitud de la parte aérea de la planta de culantro según tratamientos	35
Tabla 14	Crecimiento de la raíz de la planta de culantro según tratamientos	35
Tabla 15	Análisis de varianza (ANVA) aplicada a la longitud de la raíz de la planta de culantro según tratamientos	36
Tabla 16	Incremento en la producción en peso de bulbos de rabanito con el mejor tratamiento	37
Tabla 17	Incremento en la longitud de la parte aérea de la planta de culantro con el mejor tratamiento	37

## **Índice de Figuras**

Figura 1	Crecimiento de la parte aérea de la planta de rabanito según tratamientos	31
Figura 2	Peso del bulbo del rabanito según tratamientos	32
Figura 3	Crecimiento de la parte aérea de la planta de culantro según tratamientos	34
Figura 4	Crecimiento de la raíz de la planta de culantro según tratamientos	35

## **I. Introducción**

Los residuos sólidos y su eliminación son un problema creciente cada vez en aumento en nuestra actualidad, en el planeta se genera alrededor de 1,7 - 1,9 millones de toneladas métricas cada año (Chen et al., 2016), de los cuales, los residuos orgánicos representan la mayor proporción con un 46% (Lim et al., 2015). En las ciudades capitales y áreas metropolitanas, solo alrededor del 60% de los residuos sólidos acopiados se dispone en rellenos sanitarios; las diferencias de éstos terminan en sitios de disposición inadecuados, dando paso a la acumulación desmesurada, deterioro del paisaje y la afectación a la salud (Dulanto, 2013).

Esta problemática no es ajena a nuestro país, de acuerdo al informe emitido en relación al estado actual en la que se encuentra la gestión de residuos sólidos municipales en el Perú (año 2015 - 2016), se generan por día 50.000 toneladas de ello. Los habitantes de la costa son los que producen la mayor cantidad de residuos en el Perú (OEFA, 2016). Solo en Lima, el cual cuenta con más de diez millones de habitantes se genera un promedio de 8,202 toneladas de residuos al día. Al mes esta cantidad se convierte en más de 240,000 y al año poco más de tres millones de toneladas de basura, según el informe de la Organización para el Desarrollo Sostenible (ODS). Así mismo se precisa que cada persona en promedio genera 0.79 kilos al día, lo cual supone un incremento significativo de los residuos.

Según el Informe Anual de OEFA (2015), Los residuos sólidos generados en Lima, se encuentran principalmente confirmados por material orgánico, que representan el 51,6% del total de residuos generados, seguido de los plásticos con 9,1% y de residuos de vidrios con 3.8%. Los residuos orgánicos, constituyen una problemática a resolver, ya que la gestión realizada por las municipalidades es insostenible por la cantidad total de residuos orgánicos generados (itdUPM, 2014; La República, 2015).

Por tal razón, la gestión de los residuos orgánicos representa un desafío importante que debe ser resuelto por los países en desarrollo, a pesar de sus limitaciones con soluciones innovadoras que optimicen la sostenibilidad de la gestión y manejo de residuos (La República, 2015).

Sumado a esta realidad, anualmente, se produce una cantidad considerable de residuos de cosechas, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal, dejando una gran cantidad de mal llamados desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. Generalmente, estos son considerados un problema para el productor, ya que no conocen

alternativas para poderles dar un uso apropiado. En algunos casos, su manejo inadecuado y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación (Villalba et al., 2015).

Además, la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se les da gran importancia a los abonos orgánicos, los cuales, se están utilizando en cultivos intensivos (InfoAgro, 2017).

En tanto el problema principal que aborda la investigación responde a la interrogante: ¿Cuál es el efecto de la biofertilización a través del “Bocashi” en la mejora de la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*) en Pakuy 2020?

La hipótesis general planteada fue: Si se aplica bocashi como biofertilizante, se obtiene una mejora significativa de los cultivos de culantro y rabanito en comparación con el testigo.

El objetivo general que fue planteado en la presente investigación es: Determinar el efecto de la biofertilización a través del “Bocashi” en la mejora de la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*) Pakuy 2018. Así mismo se formularon objetivos específicos tales como: (1) Preparar y analizar “Bocashi” como biofertilizante, Pakuy 2018. (2) Describir el efecto de la biofertilización con “Bocashi” en la producción de los cultivos de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*), Pakuy 2018. (3) Cuantificar la mejora en la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*) usando “Bocashi”.

Por otro lado, este trabajo se justifica debido a que los residuos de cosecha, son una de las fuentes más importantes para su uso en el compostaje, debido a los volúmenes de producción que se generan. También, estos cuentan con un alto contenido en materia orgánica con una elevada relación C/N, lo que facilita su uso en el proceso, su fracción mineral varía dependiendo del órgano o fracción de que se trate. Otro aspecto importante del compostaje de este tipo de residuos, es que, como producto generado de parcelas de cultivo, forma parte importante de las acciones para la sostenibilidad del agroecosistema, obteniendo un insumo desde dentro de la misma parcela o lugar de producción. Es decir, de un residuo que se genera en la producción vegetal, se reincorpora una vez procesado a través del compostaje y su aplicación al suelo (Martínez, 2016).

De igual manera, el aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso

productivo (Cerrato et al., 2017). Y es así que, el tratamiento de los desechos orgánicos cada día reviste mayor atención dada la dimensión del problema que representa, no solo por el aumento de los volúmenes producidos o por una mayor intensificación de la producción, sino también, por la aparición de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal, que tienen relación directa con el manejo inadecuado de los residuos orgánicos (Rodríguez, 2012).

Actualmente el culantro es una de las especies de mayores implicaciones económicas, ya que es un cultivo con buen rendimiento y buen precio internacional. Se calcula que la especie mueve alrededor de US\$ 6.000 millones en el mercado mundial y con un crecimiento del sector entre un 5 y 6 % por año (Infoagro, 2017).

Además, es importante contar con una alternativa viable para la disminución de las dosis de fertilizantes químicos a aplicar a los cultivos, como lo constituye la aplicación de abonos orgánicos (compost, biosólidos, entre otros), los cuales pueden proveer los nutrientes requeridos por las plantas; un ejemplo de ello lo constituye el Bocashi, cuyo uso aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo así como mejora sus características físicas y suministra nutrientes a las plantas (Soto, 2016).

De esta manera, la fertilización mineral es necesaria para suplir las necesidades nutricionales del cultivo; sin embargo, actualmente las formulaciones que existen en el mercado requieren el uso de grandes cantidades debido a las altas tasas de pérdidas que se presentan, generando esta situación un problema ambiental para el agroecosistema. Por otra parte, los precios cada vez más altos de estos productos, hacen que se vuelvan inalcanzables para muchos productores agrícolas.

Es así, que cabe reiterar que, una de las formas de aprovechamiento y tecnología sostenible de valorización de los residuos orgánicos lo representa la producción biofertilizantes (Owamah et al., 2014). Y los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el compost y el Bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbial existente en estos materiales (Riveros, 2016).

## II. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes Bibliográficos

#### 2.1.1.A Nivel Internacional.

Ramos et al., (2016), en su investigación titulada “*Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero*” señala que los experimentos se ejecutaron en Bocas del Toro, Panamá, durante el período octubre–diciembre de 2011, donde se estudiaron un total de seis tratamientos ubicados en bloques al azar y fueron realizadas diferentes evaluaciones relacionadas con el crecimiento de las plantas en esta fase fisiológica. Los resultados demostraron que es posible la producción de plántulas de plátano en vivero, con un adelanto de siete días con respecto al control de producción (suelo + 3 g de fosfato diamónico (DAP) por planta). A partir de la proporción 50:50 (v/v) del sustrato suelo: Bocashi, con la adición de 1,5 g de DAP por bolsa se logra un adecuado crecimiento de las plantas en variables como altura, diámetro del pseudotallo y número de hojas. Además, las plantas cuentan con una concentración de nutrientes similar a las que crecieron con el tratamiento de producción, concluyendo que se demostró la eficiencia del abono orgánico Bocashi elaborado a partir de subproductos de la producción de plátano (*Musa* sp), como alternativa nutricional para la obtención de plántulas donde, en condiciones de vivero se debe emplear la proporción 50:50 de suelo: Bocashi (v/v) más 1,5 g del fertilizante mineral fosfato diamónico (DAP), con lo que se logran plántulas de una adecuada calidad, con una reducción de una semana de estancia en el vivero.

Mendivil-Lugo et al., (2019) ejecutaron la investigación denominada “Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano” el cual consistió en elaborar el bocashi y evaluar su efecto en la germinación y desarrollo del rábano. Las mezclas de bocashi utilizadas fueron: aserrín-mangoplátano (BA), mango (BM) y tradicional (BT). Para la caracterización fisicoquímica se tomó 1 kg de cada bocashi. Para evaluar emergencia en semillas de rábano, se realizó ensayo en charolas de poliestireno con mezcla bocashi – peat moss (1:1 v/v), por triplicado. El Testigo fue suelo agrícola (A). Para evaluar el efecto en la calidad de planta, las plantas fueron trasplantadas a mesas organopónicas de madera, con mezcla bocashi – peat moss (1:1 v/v). El riego fue diario por un mes. A los 30 días del trasplante, se midió: la altura de la planta (cm), el número de hojas y la masa

seca de la raíz (g). El tratamiento A promovió la mayor germinación en las semillas de rábano; en cuanto al desarrollo de la planta, el tratamiento A estimuló la altura y número de hojas en las plantas de rábano; sin embargo, el tratamiento BT favoreció la mayor acumulación de biomasa seca. Las plantas de rábano fertilizadas con bocashi presentaron mejor desarrollo que las germinadas en suelo agrícola.

Sequeira (2019) en su trabajo de investigación de tesis “*Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) cv. Tropicana*”, elaboró cinco formulaciones de bocashi con las siguientes proporciones agua-lacto suero ácido: A100 (100% agua), A75:S25 (75% agua - 25% lacto-suero), A50:S50 (50% agua - 50% lacto-suero ácido), A25:S75 (25% agua - 75% lacto-suero ácido) y S100 (100% lacto-suero ácido), estos se incorporaron al suelo y se compararon con un testigo (sin fertilizantes). Se realizaron tres siembras, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 40 plantas por repetición. Las variables evaluadas en la elaboración de bocashi fueron: temperatura, pH y conductividad eléctrica; y en el cultivo de lechuga: peso fresco foliar y radicular (g) y rendimiento (t/ha). Todos los bocashi alcanzaron temperaturas superiores a 55°C a los tres días después de elaboración (DDE) y llegaron a temperatura ambiente a los 21 DDE. A los 21 DDE todos los tratamientos presentaron un pH cercano a la neutralidad (7.1-7.6). La conductividad eléctrica incrementó en todos los tratamientos. Las plantas fertilizadas con bocashi S100 obtuvieron un mayor rendimiento (22.6 t/ha), peso fresco foliar (340 g) y radicular (15.1 g), en comparación con el resto de los tratamientos.

Mota et al., (2019) realizan un trabajo de investigación “*Respuestas al bocashi y a la lombricomposta de Moringa oleífera Lam*”, en el cual evalúan la respuesta vegetativa y reproductiva de la especie a la fertilización orgánica después de poda en esta región. El diseño experimental fue completamente al azar con árboles de moringa de tres años de edad, podados por única vez a una altura de 1.5 m, a los cuales se les aplicaron dos abonos orgánicos: lombricomposta y bocashi y un control. Los abonos se aplicaron al inicio del experimento y posteriormente cada cuatro meses. Las variables: 1) número de rebrotes; 2) sobrevivencia de rebrotes; 3) longitud de rebrotes; 4) grosor de rebrotes; 5) número de racimos por planta; 6) número de botones por racimo; 7) flores por racimo; 8) frutos por racimo; 9) número de frutos por planta; 10) longitud de frutos; 11) número de semillas por fruto; y 12) dimensión de semilla, se midieron cada mes durante 10 meses. Los tratamientos se evaluaron mediante un



análisis de varianza de una vía ( $p < 0.05$ ). Los resultados mostraron que la aplicación de los abonos orgánicos no influyó en las variables 3, 4, 5, 6, 7 y 8 al no existir diferencias estadísticas significativas en éstas; excepto el número total de frutos por planta, donde las plantas con bocashi lograron la mayor productividad. Se concluye que el mejor abono para la producción de frutos fue bocashi, mientras que en lombricomposta no se observaron diferencias significativas.

Con el objetivo de evaluar el efecto de varias alternativas de fertilización orgánica en el rendimiento y calidad de semillas, y en el rendimiento de follaje, se estableció en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira (CEUNP), localizado en el municipio de Candelaria ( $2^{\circ} 06' \text{ Lat. N}$  y  $65^{\circ} 03' \text{ Long O}$ ), un ensayo en parcelas de  $50 \text{ m}^2$ , en un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó la dosis recomendada de nitrógeno ( $100 \text{ kg/ha}$ ) aplicando cuatro fuentes (Gallinaza, Bocashi, Compost de Cavasa y urea). Las variables evaluadas fueron follaje fresco, materia seca, extracción de nutrientes, rendimiento de semillas, pureza y germinación. Aunque el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos, la extracción de nitrógeno varió entre  $46$  y  $81 \text{ kg/ha}$  y la de potasio entre  $90$  y  $141 \text{ kg/ha}$ ; la concentración de potasio en el tejido fue alta (promedio de  $5,5\%$ ). El rendimiento de follaje fresco varió entre  $1.2$  y  $1.8 \text{ kg/m}^2$ , y la aplicación de urea fue el mejor tratamiento. El rendimiento de semillas varió entre  $1.433$  y  $2.266 \text{ kg/ha}$  de semilla pura. La germinación de la semilla fue siempre superior a  $84\%$  (Usman, Bonilla y Sánchez, 2016).

Con el propósito de generar información sobre el cultivo de Rábano (*Raphanus sativus*, L) con diferentes abonos, biofertilizante, compost, urea  $46\%$ , se llevó a cabo el ensayo entre enero 2015 y marzo 2015, utilizando un Diseño de Bloques Completo al Azar (BCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El ensayo se realizó en el Campus Experimental Unidad Experimental Hacienda Las Mercedes, propiedad de la Universidad Nacional Agraria. Teniendo su ubicación geográfica con las siguientes coordenadas:  $12^{\circ}10'14''$  a  $12^{\circ}08'05''$  en latitud norte y  $86^{\circ}10'22''$  a  $86^{\circ}09'44''$  Longitud oeste. Durante la fase de crecimiento se midieron las siguientes variables: Diámetro del tallo, altura de la planta, número de hojas, durante la cosecha: Diámetro de la raíz, Longitud de la raíz, Peso y rendimiento las cuales fueron sometidas a un análisis de varianza, analizando las diferencias entre medias por la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Los diferentes tratamientos mostraron diferencias altamente significativas en las variables evaluadas. Por lo tanto, el tratamiento

biofertilizante obtuvo (12,130 kg ha<sup>-1</sup>), el compost (12,300 kg ha<sup>-1</sup>), la urea (3,676 kg ha<sup>-1</sup>) y el testigo (11,710 kg ha<sup>-1</sup>) (Ochoa y Mendoza, 2015).

### **2.1.2.A Nivel Nacional.**

Sánchez (2017), efectuó un su trabajo de investigación de tesis “*Efecto de aplicación del biofertilizante Humega en tres diferentes dosis en la producción del apio (Apium graveolens L.) Var. Bonanza*, en condiciones del valle de Santa Catalina”; en condiciones de campo, dentro de las instalaciones de la Universidad Peruana Unión (UPeU), en el área de “los lúcumos”, en la ciudad de Lima, con el propósito de evaluar la eficiencia de un biofertilizante elaborado a partir de residuos orgánicos, en relación a otras fuentes de fertilización en el crecimiento del cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*). El diseño experimental empleado correspondió a un diseño completamente aleatorio, con cinco tratamientos y cinco repeticiones, dispuesto en macetas. Los tratamientos correspondieron a un biofertilizante dosificado al 5% y otra al 3%, compost, fertilizante químico y suelo como control. Se cultivó rábano (*Raphanus sativus L.*). Las variables de estudio fueron: altura de planta, número de hojas, área foliar, longitud de la raíz, diámetro de la raíz, peso de la raíz, volumen y densidad de la raíz. Además, se midió el pH, % de humedad y sólidos totales. Los resultados evidenciaron que el biofertilizante aplicado a una dosis de 5%, incidió significativamente en el follaje, peso y tamaño de rábano (*Raphanus sativus L.*), siendo más eficientes que los demás tratamientos. Estos resultados permiten concluir que la aplicación del biofertilizante como abono orgánico dependiendo de su concentración, incide directamente en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de rábano.

Suclupe (2019) desarrolló la investigación titulada “Comparación de la eficiencia entre Bioabono Bocashi y úrea en el rendimiento del cultivo de maíz híbrido Inia 617”. El presente estudio se realizó en el caserío Chepito Alto, distrito de Morrope – Lambayeque, en la búsqueda de alternativas que permitan reducir el uso irracional de fertilizantes químicos en la agricultura. Para esta investigación se utilizó un diseño de bloques completamente randomizado, con seis tratamientos y tres repeticiones, el área del estudio total fue de 72 m<sup>2</sup> dividido en 18 parcelas de 4 m<sup>2</sup> cada una y un testigo. Las variables evaluadas fueron el rendimiento mediante el peso total de granos de las mazorcas en cada parcela, Las dosis utilizadas fueron 40, 50, y 60 g por planta de bocashi, y 40, 50, y 60 g por planta de fertilizante urea. Los resultados mostraron que

la fertilización con bocashi fue la que presentó mejores promedios en rendimiento, que fue con el tratamiento 3 en dosis de 60 g, en cosecha de 90 días, presentando una diferencia altamente significativa a comparación de los demás tratamientos, obteniendo un rendimiento promedio de 2.97 kg / 4m<sup>2</sup> equivalente a 7 432 kg/ ha de peso en granos, y por otro lado con el T6 urea, en una dosis de 60 g, donde se obtuvo 0.000 kg/ha de peso promedio de los granos. Además, se realizó el ANAVA como método estadístico y prueba de significación de Tukey donde los resultados mostraron que existe diferencia significativa entre los tratamientos con bocashi en comparación a los tratamientos con úrea, en la variable de rendimiento.

Sarmiento (2019), realizó la investigación denominada “*Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas*”. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de bocashi y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) cv. Selva en la irrigación Majes, Arequipa – Perú. Los tratamientos evaluados fueron 3 niveles de bocashi: 4, 6 y 8 t ·ha<sup>-1</sup> y 2 niveles de EM: 1 y 2 l·t de bocashi<sup>-1</sup> que en combinación generaron 6 tratamientos con 3 repeticiones por cada uno; se empleó el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x2. La aplicación de tratamientos se realizó antes del trasplante de plantas (50% de dosis total) y a 45 días del trasplante (50% de dosis total) en forma localizada. Los resultados refieren que el mayor rendimiento total de frutos de fresa cv. Selva fue 6,942 t·ha<sup>-1</sup>, producto de la interacción entre 8 t de bocashi·ha<sup>-1</sup> y 1 l de EM·t de bocashi<sup>-1</sup>; logrando 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>).

Se evaluó el efecto del bocashi en un suelo degradado en el Valle de Moche, a través de un diseño cuasi experimental con pre prueba y postprueba y grupos intactos (uno de ellos de testigo), donde se utilizó cuatro grupos experimentales (G4, G1, G2 y G3). Los tratamientos fueron establecidos de la siguiente manera: G4(2Kg Suelo), G1 (2Kg Suelo+ 1Kg SB), G2 (2Kg Suelo + 2kg SB) y G3 (2Kg Suelo+ 3Kg SB) y se sembró semillas de rabanito Crimson Giant, con el fin de determinar el rendimiento productivo, evaluando el N° Plantas/Tratamiento, g/Planta, g/Tratamiento y kg/ha y por ende como indicador de la calidad del suelo; Los resultados obtenidos de la post prueba en el análisis de fertilidad determinó que los valores del G2(2Kg Suelo + 2kg SB) se encontraron dentro de los rangos adecuados así mismo los pesos (g/Planta) del

mismo tratamiento se sometieron a un análisis de varianza ANOVA, presentando el mejor resultado con un promedio de 92.33 g/tratamiento y 4150 kg/ha en el rendimiento productivo del cultivo rabanito Crimson Giant siendo éste indicador de la calidad del suelo. Finalmente se concluyó que: “el sustrato Bocashi causó un efecto de mejora en la calidad de suelos degradados en el Valle de Moche” (Ipanaqué, 2017).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El suelo.**

La agricultura orgánica o ecológica visualiza el suelo como un organismo vivo, rico en vida microbiana y mesofauna, el manejo de los cultivos se hace imitando los ciclos naturales que se dan en los bosques. Uno de estos, es el que se produce entre el suelo y las plantas. El suelo aporta nutrimentos y otros compuestos a las plantas y estas luego proporcionan la materia orgánica necesaria para mantener la vida, la fertilidad, y la estructura del suelo. Esto genera las condiciones biológicas, físicas y de aireación adecuadas, para el desarrollo radical y la nutrición de las plantas y a la vez facilita la germinación de las semillas de las nuevas generaciones (Coronado, 2017).

#### ***a. La bioestructura.***

La estructura del suelo se forma con la participación activa de la vida microbiana y la mesofauna, las que, junto a la materia orgánica de lenta degradación, forman los grumos que hacen al suelo suave y estable a la lluvia, favoreciendo la infiltración y no el escurrimiento, por lo que se le llama bioestructura. Esta condición es la más importante que el productor debe manejar y entender para conservar o recuperar el suelo y su productividad. La bioestructura está formada por la capa superficial, grumosa o esponjosa del suelo, la que se ubica entre los 0 y 20 cm de profundidad, la que permite la infiltración del agua. En las capas o perfiles inferiores se reduce la presencia de humus y materia orgánica con lo que disminuye la agregación, por lo que, si este suelo se vuelve en la labranza y es expuesto, no permite la infiltración. Si esto ocurre el agua de lluvia lo deshace y lo lava, desencadenando la erosión y destrucción del suelo (Agüero y Alfonso, 2014).

#### ***b. Conservación de la bioestructura.***

La bioestructura, se conserva al suministrar al suelo abonos orgánicos, abonos verdes y materia orgánica, principalmente la de lenta degradación como la rica en celulosa y lignina. Además, protegiendo el suelo del impacto de la lluvia, de la insolación (exposición al sol) y de la desecación, mediante el uso de coberturas muertas

(residuos de cosechas) o vivas, con especies gramíneas y leguminosas, de acuerdo a las condiciones de clima, entre estas la avena (*Avena sativa*) una gramínea adaptada a condiciones de altura y el frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) una leguminosa aclimatada a condiciones bajura. Otras prácticas que la conservan son una menor distancia de siembra, rotación y asociación de cultivos, cultivos intercalados con un cultivo protector, y nutrición óptima de los cultivos para facilitar el cierre o cobertura del suelo. Acorde a estas prácticas, los sistemas agroforestales y el frijol tapado son sistemas productivos que conservan la bioestructura y permiten incrementar la materia orgánica y el contenido de nutrientes del suelo (Cabrera et al., 2015).

***c. El pH o la acidez del suelo.***

Este es un factor que se debe tener en cuenta para el manejo del suelo, porque incide sobre la disponibilidad o la fijación de los nutrimentos e influye la actividad microbiana Bertsch (1986) señala que un pH menor a 5,5 favorece la probabilidad de que existan problemas de acidez, ya que el aluminio se vuelve soluble y puede causar toxicidad a las plantas, dañando directamente el sistema radical. La vida microbiana no necesita un suelo neutro, es deseable manejar el pH entre 5,3 y 6,1 que es el rango al que se adaptan la mayor parte de los microorganismos. En general la vida microbiana en los suelos tropicales se desarrolla a pH = 5,6. La materia orgánica es otro factor a considerar dado el poder amortiguador del humus que reduce los riesgos de variaciones bruscas del pH, protegiendo la vida microbiana y la disponibilidad de algunos elementos minerales (Coronado, 2017).

***d. Manejo de los microorganismos.***

El balance de la vida microbiana en el suelo es delicado, por lo que se debe proteger. Esto se logra creando las condiciones para establecer y/o mejorar los equilibrios naturales, a través de la formación o incremento del sustrato orgánico, así como al liberar y aumentar la diversidad microbiológica. Los múltiples factores que la afectan deben evitar o manejarse para minimizar los efectos negativos. Se debe reducir o eliminar el uso de sustancias tóxicas, la humedad excesiva, la sequía, la temperatura, la luz directa o la insolación, el disturbio frecuente de los suelos con arado de discos o bien aquellos que vuelvan el suelo. Asimismo, evitar las deshieras, las quemadas, la fertilización nitrogenada y la pérdida de la bioestructura del suelo (Cabrera, 2016).

### **2.2.2. Relación entre plantas y microorganismos.**

Las plantas se relacionan con los microorganismos de múltiples formas, tanto endógena (dentro de las plantas) como exógena (fuera de ellas), así existen relaciones con hongos benéficos, como las micorrizas que movilizan los nutrientes alrededor de sus raíces. Además, se encuentran relaciones simbióticas con bacterias fijadoras de nitrógeno, que se da principalmente con leguminosas, las que se asocian con organismos tales como *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Pseudomonaceas*, *Spyrillum*, *Rhodotorula*, algas cianofíceas, entre otros. En la rizosfera, o zona radical de la planta, viven múltiples microorganismos, entre ellos bacterias, hongos y actinomicetos, que aprovechan las excreciones radiculares de las plantas, que incluyen aminoácidos, azúcares, hormonas, vitaminas y gran cantidad de ácidos orgánicos. Estos les sirven como fuente de energía y a cambio, producen sustancias nutritivas como enzimas, aminoácidos y proteínas que las plantas absorben directamente. En forma adicional, defienden el espacio de la raíz con antibióticos y sustancias fúngicas, que suprimen a los organismos patógenos. Esta relación será más beneficiosa en el tanto la planta esté bien nutrida, ya que producirá cantidades óptimas y variadas de secreciones radiculares. Esto hará más intensa la flora microbiana en la zona de la raíz y la planta obtendrá una nutrición adecuada y mayor supresión de fitopatógenos (Pérez y Chamorro, 2012).

### **2.2.3. Biofertilización o fertilización orgánica.**

Los biofertilizantes ejercen una acción fitosanitaria ya que producen una colonización de microorganismos benéficos que compiten contra patógenos que están en el suelo, por lo cual son útiles para control biológico de enfermedades (Orozco y Muñoz, 2016).

Los biofertilizantes, ayudan a la fijación de nitrógeno y a la solubilización de otros nutrimentos como el fósforo y potasio, que pueden reducir los costos de producción, coadyuvar al incremento de los rendimientos y favorecer los factores ecológicos en los agroecosistemas tropicales (Martínez et al., 2018).

Según Acosta (2014), el término biofertilizante hace referencia a un líquido pastoso que resulta de la fermentación de la materia orgánica ya sea de origen animal o vegetal, en un medio líquido, por un determinado tiempo, en presencia o ausencia de oxígeno, en una cámara conocida como biodigestor. Otras definiciones refieren que los biofertilizantes son preparados líquidos que contienen nutrientes beneficiosas para los

cultivos, compuestos orgánicos y microorganismos células (cepas microbianas), consideradas como eficientes fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, potencializadoras de diversos nutrientes o productoras de sustancias activas para el crecimiento vegetal.

Los biofertilizantes se utilizan para aplicar a las semillas de los cultivos vegetales o al suelo a fin de incrementar el número de los microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos. De tal manera que se acrecientan las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas y se hacen más eficientes los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos (Sánchez, 2013). Asimismo, añade que el uso de Biofertilizante surge como una opción de fertilidad del suelo y de la protección para los cultivos vegetales, proporcionando un aumento considerable en la productividad del cultivo.

#### ***2.2.3.1. Las reglas de la fertilización orgánica.***

Los abonos que se usen deben cumplir con las regulaciones dadas por las normas internacionales y/o nacionales de certificación, o bien de la certificadora en particular que se utilice. Los estiércoles, no todos pueden usarse en la agricultura orgánica al respecto la regulación europea (Reglamento (CEE) no 2092/91) señala que el estiércol procedente de la ganadería intensiva no está permitido. Así mismo señala que no se permite el uso de virutas de madera o aserrín procedente de madera tratada químicamente después de la tala. IHSS (2016) define los procesos de extracción de los ácidos húmicos solo con hidróxido de potasio o de sodio (KOH o NaOH), en áreas con problemas de salinidad la mejor opción es el hidróxido de potasio. Existen materias primas que por su origen natural se permiten en la agricultura orgánica, entre estas se encuentra una enmienda como el carbonato de calcio y enriquecedores del suelo como la roca fosfórica y la orikta (OMRI, 2015)

#### **2.2.4. Bocashi**

Término en japonés que significa abono orgánico fermentado a partir de materiales de origen vegetal y animal que incorpora al suelo materia orgánica, macro y micronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B (Ramos-Agüero et al., 2014; Bertoli et al., 2015), además, contribuye positivamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, proporciona materia orgánica humificada o humus y es una importante fuente de carbohidratos para los microorganismos favoreciendo el

desarrollo normal de las cadenas tróficas del suelo, también favorece la formación de agregados en el suelo, lo que mejora su permeabilidad (Paul, 2015).

El bocashi es un abono orgánico que viene ganando notoriedad a nivel mundial. Es un producto “...que se obtiene a través de un proceso de fermentación aeróbica destacándose la utilización de desechos vegetales generados como sub productos de la producción de diferentes cultivos, brindando una solución ambiental y económica para el agricultor” es un elemento muy importante para el crecimiento de las plantas y el mantenimiento de las propiedades del suelo (Vásquez et al., 2018).

Para Ortega (2015), el Bocashi propiamente dicho, es una receta japonesa a través del cual al igual que el compostaje se aprovechan los residuos orgánicos. Esta técnica se realiza a través de volteos constantes y a temperatura que fluctúa a menos de 45 – 50 °C, hasta que la actividad microbiana transforme el material. Podemos decir que es un proceso incompleto.

Hay reportes de que el bocashi se ha empleado combinado con sustrato comercial en producción de planta y su uso favorece al incremento del desarrollo vegetativo en frutales producidos en vivero (Restrepo et al., 2014).

Este es un término japonés introducido por voluntarios de la organización JICA. Este significa fermento o fermentado, su elaboración no es una receta y se puede adecuar a las materias primas que se dispongan en las fincas. Los agricultores por esta razón han continuado usando el método, pero sustituyendo los materiales de la propuesta original. En la actualidad lo fabrican con remanentes propios de sus sistemas productivos y de los alrededores, de menor costo y más accesibles, tales como ramas de árboles picadas, hojas de arbustos, pasto picado, cascarilla de café, aserrín, burucha, estiércol de cerdo, gallina o ganado vacuno, cenizas de bagazo y melaza, entre otros. La propuesta inicial está compuesta por tres sacos de gallinaza, tres sacos de granza, tres sacos de tierra del subsuelo, tres sacos de carbón molido, un saco de semolina de arroz o salvado, un saco de bocashi como inóculo, y cuatro litros de melaza (Paul, 2015).

Los materiales que se usan, aportan diversas características al abono. La gallinaza aporta gran cantidad de nutrimentos importantes para los cultivos, la cascarilla de arroz, de café o pasto picado son materiales ricos en celulosa, lignina y sílice, elemento que potencia la tolerancia de las plantas a las enfermedades. El carbón en polvo es un material que reduce los malos olores y crea un ambiente favorable para el desarrollo de microorganismos, lo que propicia el aumento de su población. La



semolina actúa como un medio de cultivo y aporta carbohidratos, proteína, P, Mg, Cu, Fe, Zn y Mn, así como compuestos para el desarrollo microbiano. La melaza (miel de purga) es una fuente de energía o carbono fácilmente asimilable y la tierra del subsuelo, absorbe nutrientes y da buena condición física a la mezcla. Los microorganismos se aportan como inóculo, mediante un bocashi previamente elaborado, o microorganismos de montaña en soluciones líquidas. Otros productos que se pueden usar son cenizas y levadura. En el bocashi, el compostaje es más rápido que en un compost tradicional, y las transformaciones se realizan a menor temperatura (inferior a 50 °C) y en un tiempo más corto (de 1 a 3 semanas). Se voltea con más frecuencia (dos veces por día). Los materiales son más ricos en nitrógeno y en sustancias solubles que en el compost. Durante el proceso de fermentación no se agrega agua. El bocashi es un abono que proporciona al suelo nutrición, microorganismos y un sustrato para la vida microbiana; esto por ser un abono que no se ha degradado completamente, el cual será útil en suelos pobres en materia orgánica y en el proceso de transición hacia la producción orgánica (Cabrera et al., 2015).

Cabrera (2016) sugiere que, en el proceso de producción es fundamental reducir los riesgos de contaminación con patógenos, por lo que se debe establecer medidas, tales como limpiar botas y herramientas antes de ser usadas o bien disponer de herramientas de uso exclusivo para este fin. La preparación se hace distribuyendo los materiales sobre la superficie en capas sucesivas y se inicia con el material más grueso. Cada capa equivale a un tercio del material respectivo. Estas se deben ir humedeciendo en forma paulatina con la solución de agua con melaza. Una vez distribuidos todos los materiales, se procede al mezclado, moviendo estos materiales de un lado para otro, como se hace una mezcla de concreto, hasta que sea lo más homogénea posible. Mientras se hace la combinación de los materiales, se debe continuar humedeciendo en forma cuidadosa con el agua con melaza. Se debe evitar el exceso de agua, lo que se controla mediante la “prueba del puño”. Esto es, tomando pequeños puños del material, que se colocan en la mano y se oprime con fuerza y se observa, si el agua escurre, indica exceso de agua. Si esto ocurre esta humedad se debe compensar agregando materiales secos y mezclando de nuevo hasta que al tomar un puño del material se produzca la formación de un agregado, el que se desintegre con facilidad al tocarlo levemente, lo que indica que el abono tiene la humedad adecuada.

Una vez mezclado, y con la humedad ideal, se procede a distribuirlo en un montículo de aproximadamente un m de alto, el que luego se cubre con sacos. Posterior

a esto, se deja en esta posición, controlando a partir del primer día y en los subsiguientes la temperatura, de tal manera que no sobrepase los 50 ° C. Por esta razón se deben efectuar una o dos volteas diarias, para dar aireación y con el fin de enfriarlo, los olores al moverlo deben ser a levaduras y no ha amoníaco, porque esto indica que hay pudriciones por exceso de humedad. El desarrollo de microorganismos se comienza a observar a partir del tercer día, los que se identifican por el color grisáceo que proporcionan a la mezcla. A partir de este día, se comienza a reducir la altura del montículo a 20 cm. Durante los días posteriores se prosigue con el manejo de las volteas para su enfriamiento, así como con la reducción de la altura hasta alcanzar aproximadamente 15 cm, lo que se llevará a cabo en un periodo de aproximadamente 10 días. Una vez el abono este frío, se debe continuar el proceso de maduración durante 15 días antes de usarlo, para que la fermentación se complete y de este modo aplicarlo en los cultivos sin riesgo de quema. Durante este periodo toma un color gris claro, queda seco con un aspecto de polvo arenoso y consistencia suelta, se puede almacenar hasta por 6 meses.

Según, información de algunos productores de bocashi, éste se produce con materiales accesibles, dentro de los que se incluye el bagazo de caña, ceniza de bagazo, estiércol de cabra, gallinaza y boñiga de ganado vacuno. Lo produce con las siguientes proporciones: 20 sacos de boñiga, gallinaza o cabraza, 15 sacos de ceniza, 10 sacos de bagazo 2 sacos de semolina, 20 litros de suero, 40 litros de microorganismos, 1 kg de levadura, 7 sacos de bocashi como inoculante, 1 balde de microorganismos sólidos, y 5 kg de roca fosfórica. De esta mezcla se obtienen 70 sacos de bocashi (Cabrera et al., 2015).

#### **2.2.4.1. Ventajas del bocashi.**

Tiene una alta carga microbiana benéfica que 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. Su población microbiana incrementa la actividad supresora y mejora la salud de los cultivos. Además, proporciona un mayor contenido energético al sufrir menos pérdidas por volatilización, al no alcanzar temperaturas elevadas. Mejora y mantiene la bioestructura del suelo al facilitar la formación de agregados (Cabrera, 2016).

#### **2.2.4.2. Desventajas del bocashi.**

Es un abono orgánico inestable, dado que la materia orgánica no está totalmente descompuesta y puede ocasionar problemas para la germinación de los cultivos o

“quemar” cultivos ya desarrollados, por la concentración de ácidos orgánicos de cadena corta, amoníaco o sales. No se aconseja en semilleros o almácigos y lo ideal es siempre usarlo cuando ya alcanza su madurez. El bocashi al no calentarse a altas temperaturas se corre el riesgo de la presencia de patógenos e insectos no deseados (Cabrera, 2016).

## **2.2.5. Descripción de las especies en estudio.**

### **2.2.5.1. *Coriandrium sativum* “Culantro”.**

El culantro (*Coriandrum sativum* L.) es una especie cultivada que integra grupos de hierbas medicinales, aromáticas y de condimento de mayor consumo; ésta es industrializada para la extracción de aceites esenciales y productos farmacéuticos; así como también se destaca por ser repelente de insectos a nivel de campo y almacenaje. El culantro, con el pasar de los años se ha ido expandiendo en el mercado tanto nacional como internacional (Morales, 2015).

#### **a. Orígenes y generalidades.**

El culantro o conocido también como cilantro es un cultivo aromático y oleaginoso, cuyo origen se ubica en el centro y norte de la India, centro y sur de Rusia y regiones orientales de Afganistán y Pakistán. Existen informes científicos que señalan a las regiones del Oriente Medio, Asia como centros de diversificación de los tipos cultivados (Vallejo y Estrada, 2014).

#### **b. Taxonomía.**

De acuerdo a Diederichsen (1996), al culantro se lo puede clasificar de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledónea

Familia: Umbelliferae Juss

Subfamilia: Apidaceae Drude

Tribu: Coriandreae W. Koch

Géneros: *Coriandrum* L. *Bifora*, Hofman *Sclerotiararia* Korovin

Especie: *Coriandrum sativum*

#### **c. Importancia económica.**

Tradicionalmente, en los países en desarrollo, las hierbas para condimento y medicinales se han producido a nivel casero, siendo rara vez cultivadas a gran escala. Sin embargo, en las últimas tres décadas, la fuerte migración de asiáticos, africanos,

latinoamericanos y caribeños de origen no hispánico hacia Europa, Estados Unidos y Canadá, ha creado en esos países una creciente demanda de productos típicos de la dieta de estos inmigrantes, incluyendo hierbas para condimento. Al mismo tiempo los europeos y norteamericanos han asimilado en cierta medida, el uso de algunos de estos productos (Morales, 2015).

#### ***d. Propiedades.***

El culantro presenta dentro de su composición ácidos linoleico, oleico y ascórbico, el último responsable de sus propiedades antibacterianas y antigripales. La constitución del culantro es rica en antioxidantes; está compuesto por ácidos como el linoleico que es antiartrítico, hepatoprotector, anticancerígeno, hipocolesterolémico, también contiene ácido oleico que es anticancerígeno, hipocolesterolémico, antialopécico; ácido palmítico que es hipocolesterolémico, antioxidante, antialopécico; ácido esteárico; ácido petroselinico; ácido ascórbico que es antibacterial, antiulcérico, antiesclerótico, antihipertensivo, antiinflamatorio, antioxidante, antiescorbútico, antigripal (Ayala, 2018).

Además de las propiedades medicinales, es un importante aromatizante de alimentos, licores y perfumes; además posee un alto potencial productivo que garantiza su producción y comercialización en grandes superficies (Vallejo y Estrada, 2014).

#### ***2.2.5.2. Raphanus sativus “Rabanito”.***

El rábano es un cultivo hortícola de rápida maduración que puede ser cultivado tanto en suelos minerales como orgánicos. El producto comestible de esta especie es su raíz engrosada de color rojizo, rosa, blanco o combinado, que se consume fresca en ensaladas la que generalmente alcanza su tamaño a cosecha aproximadamente 20 o 30 días después de haber sido sembrado (Ramos et al., 2016).

El rábano es considerado como una planta anual, de gruesa y carnosa raíz, de color rojo, rosado, blanco u oscuro, dependiendo la variedad, de forma y tamaño variable. Presenta hojas basales, pecioladas, lámina lobulada con segmentos laterales de uno a tres con bordes dentados (Casimir, 2016).

Es un cultivo muy exigente a un adecuado balance nutricional del suelo, debido fundamentalmente a su ritmo de crecimiento y el poco desarrollo de su sistema radical. Algunos autores plantean que sus requerimientos están comprendidos entre: 60- 120 Kg/ha de nitrógeno, 40 – 100 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 70- 140 Kg/ha de K<sub>2</sub>O y para lograr 100 Kg. de producción las sustancias nutritivas extraídas diariamente son de: 16,6 g de N, 6,0 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 17,0 g de K<sub>2</sub>O (Carrera, 2015).

#### **a. Origen.**

Se presume que las variedades de rábanos grandes son originarias de china y Japón, aun cuando se encuentra en estado silvestre en algunas localidades del mediterráneo en los rábanos de variedad pequeña (Mendivil-Lugo et al., 2019).

#### **b. Clasificación taxonómica.**

Reino: Plantae;

Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares);

Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas);

División: Magnoliophyta (plantas con flor);

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas);

Subclase: Dilleniidae;

Orden: Capparales.

Género: Raphanus

Especie: *Raphanus sativus* L

#### **c. Época de siembra.**

Los rabanitos pueden sembrarse todo el año escalonadamente. Durante las estaciones más calurosas la siembra intercalada y la asociada ofrecen la ventaja de que el rabanito disfruta de la semisombra que la proporciona la otra planta, moderando así los efectos del calor sobre la calidad de la raíz. Los rábanos se siembran de preferencia de enero a abril para obtener el producto en invierno y primavera épocas en que las raíces resultan de mejor calidad tanto en textura como en sabor (Sequeira, 2019).

#### **d. Abonos.**

La aplicación de estiércol de ser necesaria debe hacerse en el cultivo precedente o aun con mayor anticipación. El salitre en una sola aplicación al voleo, cuando las raíces han alcanzado un tercio de su desarrollo (Cabrera, 2016).

#### **e. Rendimiento.**

En 10 m se pueden cosechar de 20 a 25 atados de 8 a 10 rabanitos por atado. En siembras comerciales se requieren de 5 a 10 kg de semilla por hectárea con surcos entre 30 - 45 cm de distancia (Cabrera, 2016). Se estiman rendimientos entre 15 – 20 toneladas por hectárea.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **2.3.1. Biofertilización.**

Tecnología en expansión vinculada con la inclusión de microorganismos al suelo, de gran importancia para desarrollo de cultivos obteniendo mayores rendimientos, inocuos, de mejor calidad fitosanitaria, y que aumentan la materia orgánica del suelo (Orozco y Muñoz, 2016).

#### **2.3.2. Producción agrícola**

Acción que distingue a un conjunto de operaciones efectuadas por el hombre para transformar el medio ambiente natural, para hacerlo más idóneo para la producción agrícola (FAO, 2016).

#### **2.3.3. Cultivos orgánicos**

Sistema holístico de gestión de la producción, que fomenta y mejora la salud de los agro ecosistemas, y en particular de la biodiversidad, a través de métodos culturales, biológicos y mecánicos en contraposición del uso de materiales sintéticos (Comisión del Codex Alimentarius – FAO, 2016).

#### **2.3.4. Agroecología**

La agroecología es una disciplina científica orientada a las prácticas agrícolas, pecuarias y forestales, basadas en la conservación de la biodiversidad y en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas (Ortega, 2019).

#### **2.3.5. Agricultura orgánica**

Sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles desde el punto de vista ambiental, social y económico (Flores y Vásquez, 2017).

#### **2.3.6. Agricultura orgánica urbana**

Sistema integral de manejo armónico y sostenible de recursos, con el cual se mejora la calidad del espacio urbano, la calidad de vida y la capacidad de gestión de los recursos (Flores y Vásquez, 2017).

#### **2.3.7. Abonos orgánicos**

Sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (Ortega, 2019).

### **2.3.8. Bocashi.**

Palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. Utilizado por agricultores como mejorador del suelo, que aumenta la diversidad microbiana, las condiciones físicas y químicas, así como nutrientes para el desarrollo de cultivos (Ramos et al., 2016).

### **2.3.9. Culantro.**

Es una planta aromática y condimentaria, cuyos follaje y semillas tienen una alta demanda y consumo mundial. Su origen es incierto, pero se cree que es nativo de África y el sur de Europa (Sequeira, 2019).

### **2.3.10. Rabanito.**

Es una especie de la familia Brassicaceae, originaria del Mediterráneo, y es considerado como fuente de Ca, Fe, P, vitaminas (C, B1, B2 y ácido nicotínico), fibra dietaria, carbohidratos, proteínas, lípidos y fluoruros, tiene efecto diurético, antiescorbútico, y contiene compuestos azufrados con actividad anticancerígena (Banihani, 2017).

## **2.4. Hipótesis**

$H_i$ : Si se aplica bocashi como biofertilizante, se obtiene una mejora significativa de los cultivos de culantro y rabanito en comparación con el testigo.

$H_0$ : Si se aplica bocashi como biofertilizante, no se obtiene una mejora significativa de los cultivos de culantro y rabanito en comparación con el testigo.

### **III. Materiales y métodos**

#### **3.1. Variables y operacionalización**

En la presente investigación se presentan las siguientes variables:

##### **Variable Independiente:**

- Biofertilizante bocashi

##### **Variable Dependiente:**

- Producción de rabanito y culantro

La tabla de operacionalización de variables se muestra a continuación:



Tabla 1

*Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Instrumento
<p>• <b>Variable Independiente:</b></p> <p>Biofertilizante bocashi</p>	<p>El Bokashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”, es una fermentación de materiales de origen animal o vegetal, en un proceso aeróbico. Su uso aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrientes (Shintani et al., 2000).</p>	<p>Macro nutrientes</p> <p>Micro nutrientes</p> <p>pH</p>	<p>Concentración</p> <p>Concentración</p> <p>Potencial</p>	<p>Análisis de laboratorio</p>
<p>• <b>Variables Dependientes:</b></p> <p>Producción de rabanito</p>	<p>Denominamos al rábano como rabanito (<i>Raphanus sativus</i>) por su tamaño y es una de esas hortalizas muy fáciles de cultivar en nuestro huerto urbano, tanto en campo como en maceta. De rápido crecimiento, fácil nacencia, con posibilidad de programar su producción, es una hortaliza ideal para principiantes ya que su éxito está prácticamente asegurado.</p>	<p>Producción aérea parte</p> <p>Producción bulbo</p>	<p>Longitud</p> <p>Peso</p>	<p>Medición directa</p>
<p>Producción de culantro</p>	<p>El culantro o conocido también como cilantro es un cultivo aromático y oleaginoso, cuyo origen se ubica en el centro y norte de la India, centro y sur de Rusia y regiones orientales de Afganistán y Pakistán. Existen informes científicos que señalan a las regiones del Oriente Medio, Asia como centros de diversificación de los tipos cultivados (Zeven and De Wet, citado por Vallejo y Estrada, 2004).</p>	<p>Producción aérea parte</p> <p>Producción raíz</p>	<p>Longitud</p> <p>Longitud</p>	<p>Medición directa</p>

Fuente. Elaboración propia

### 3.2. Tipo de estudio y Diseño de Investigación

- 3.2.1.** Es una investigación de tipo experimental, donde establece las causas de los probables sucesos, para demostrar la hipótesis en estudio.
- 3.2.2.** El diseño de la investigación es experimental, porque se va a medir la producción de dos especies agrícolas aplicando biofertilización usando bocashi.

### 3.3. Población y muestra en estudio

La población del presente trabajo de investigación son los cultivos de culantro y rabanito que se realizan en el área de estudio y de influencia (a nivel de la provincia de Bagua). La muestra lo constituyen todas las plantas de culantro y rabanito que se cultivaran durante la investigación siendo de 300 plantas por especie. La unidad muestral son las plantas de las dos especies agrícolas a las que se les aplicó los tratamientos y se realizó la medición del efecto obtenido en la producción.

### 3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Diseño Experimental.

Se ejecutó un diseño completamente randomizado DCR que tiene como tratamientos los niveles de biofertilización usando Bocashi, y repeticiones el número de plantas utilizadas. El diseño se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 2

*Tratamientos aplicados al cultivo de culantro*

N°	Tratamiento	Descripción	Repeticiones*
1	T-01	BOCASHI 25% + SUELO 75%	100
2	T-02	BOCASHI 50% + SUELO 50%	100
3	T-03	BOCASHI 0% + SUELO 100% - TESTIGO	100

Fuente. Elaboración propia

**\* Se considera una repetición a una planta de culantro, la cual se considera la unidad experimental.**

Tabla 3

*Tratamientos aplicados al cultivo de rabanito*

N°	Tratamiento	Descripción	Repeticiones*
1	T-01	BOCASHI 25% + SUELO 75%	100
2	T-02	BOCASHI 50% + SUELO 50%	100
3	T-03	BOCASHI 0% + SUELO 100% - TESTIGO	100

Fuente. Elaboración propia

**\* Se considera una repetición a una planta de rabanito, la cual se considera la unidad experimental.**

### 3.4.2. Métodos.

#### *a. Preparación del Bocashi.*

Considerando lo señalado por Vásquez et al., (2018) se plantea la preparación del biofertilizante bocashi a utilizar, lo cual se realizó utilizando los siguientes componentes:

Tabla 4

*Requerimiento de ingredientes para preparar 100 kg de Bocashi*

COMPUESTO	CANTIDAD
Gallinaza de aves u otros estiércoles	11.50 Kg
Carbón quebrado en partículas pequeñas	4.50 Kg
Puliduras o salvado de arroz	2.40 Kg
Cascarilla de arroz o pajas bien picadas, hojarascas	59.00 Kg
Melaza o miel de caña de azúcar	1.00 Kg
Levadura para pan	0.10 Kg
Tierra de cualquier tipo	15.00 Kg
Agua (según la necesidad)	

Fuente. Vásquez et al., (2018)

#### *b. Pasos para la elaboración del Bocashi.*

Para su elaboración se siguieron los siguientes pasos, según Vásquez et al., (2018):

### **Paso 1.**

- Se acopió todos los materiales en el lugar donde se va a fabricar el abono. Se picó los residuos verdes y secos en trozos de 2 a 3 centímetros.

### **Paso 2.**

- Se procedió a extender los materiales sobre el suelo y se mezcló sin ningún orden, hasta lograr una textura homogénea. La altura de la pila no debe ser superior a los 50 cm. El proceso de preparación y mezcla de los materiales, se llevó a cabo en forma ágil, la melaza o miel preparada para tal fin, se aplicó poco a poco de manera que quede bien distribuida por toda la pila.
- La levadura de pan, se espolvoreó sobre los materiales que se van agregando al abono en pequeñas cantidades o se diluyó junto con la melaza en agua.
- Se utilizó compost natural u hojarasca de una zona boscosa cercana a Pakuy, con esto se pretende incorporar las bacterias que se encargarán de realizar el proceso de fermentación de todos los materiales.
- Los materiales se mezclaron en la proporción 60 % de materiales secos y 40 % de materiales húmedos.

Fue importante determinar la cantidad de materiales verdes en comparación con los materiales secos, ya que de ello depende la cantidad de humedad que tendrá la pila, si lleva muchos materiales secos se necesitó incorporar más agua, si lleva muchos materiales verdes, no se necesitó incorporar más agua que la necesaria para aplicar la melaza con la levadura. La humedad que aportan los materiales influye sobre la regulación de la temperatura, la que puede afectar el desarrollo de los microorganismos que realizan el proceso de fermentación del abono.

La cantidad de agua a utilizar dependió de los materiales usados, cuidando que esta no se aplique en exceso (al tomar una porción de material y apretarla con la mano, no debe escurrir agua), si esto sucedía se agregó más materiales secos (suelo, cal).

### **Paso 3.**

- Luego de terminada la construcción de la pila, se realizó el primer volteo, tratando que el material de encima quede abajo y el de abajo quede encima.
- En la preparación del abono se evitó la penetración de los rayos solares y del agua de lluvia, por lo que se recubrió con plástico toda la pila, el preparado se realizó sobre un piso de concreto para evitar el contacto con el suelo húmedo y

para facilitar el volteado, la protección de la humedad y de los rayos solares, permitió garantizar la calidad del bocashi.

- Se volteó los materiales dos veces al día durante los primeros cinco a seis días, luego bastará con voltearlo una vez hasta que la temperatura no exceda los 45 grados. Una forma práctica de verificar la temperatura es introduciendo un machete dentro de los materiales durante cinco minutos, al sacarlo se toca con la mano, si quema tiene demasiado calor y será necesario voltearlo inmediatamente, en caso contrario (demasiado frío), será necesario colocar los materiales a una altura promedio de 70 centímetros, con la finalidad de aumentar la temperatura. Con una aireación de dos veces al día se obtuvo un abono maduro en cuestión de siete días, y a los ocho días ya está frío dejándolo en reposo hasta los 21 días. En este momento se envasó en bolsas plásticas (sacos) que permitan el intercambio de aire con el medio circundante.

***Paso 4.***

- Se utilizó plástico para proteger la abonera de la lluvia y el sol, cuando se ha elaborado fuera de techo, si se elaboró bajo techo, este no será necesario. Se debe tener cuidado de no aplicar más agua una vez iniciado el proceso de fermentación.

***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 quede en contacto directo con la raíz o el tallo de las plantas, porque puede causarle quemaduras (debe quedar a 10 o 15 centímetros del tallo y mezclado con el suelo). La utilización del Bokashi, debe realizarse acompañada de obras de conservación de suelos (terrazas individuales, barreras vivas y muertas, acequias de ladera, entre otras) para evitar que las aguas de las lluvias arrastren el abono, con lo cual se pierde el esfuerzo realizado

***c. Instalación del experimento.***

- Se construyeron bandejas con tablas u otro material disponible en la zona, donde se instaló el cultivo de las dos especies hortícolas con los tratamientos indicados.
- Las camas de cultivo o bandejas fueron de un metro cuadrado y una altura de 20 cm
- En estas camas se agregó el sustrato que estuvo constituido por tierra agrícola más el bocashi según los tratamientos. Así tenemos que:

- El volumen total de sustrato que ingresa en la cama es de  $0.20\text{m}^3$ , así según los tratamientos se agregó:
    - ✓ Tratamiento 01, se agregó  $0.05\text{ m}^3$  de bocashi y  $0.15\text{ m}^3$  de tierra agrícola
    - ✓ Tratamiento 02, se agregó  $0.10\text{ m}^3$  de bocashi y  $0.10\text{ m}^3$  de tierra agrícola
    - ✓ Tratamiento 03, constituye el testigo, aquí solo se agregó  $0.20\text{ m}^3$  de tierra agrícola o suelo.
- Las especies se hicieron germinar en una bandeja con sustrato muy arenoso, hasta que las plántulas hayan producido su primera hoja verdadera, luego del cual se repicaron a las bandejas de cultivo donde se hizo la evaluación.
- En las bandejas de evaluación, **se repicaron 100 plántulas de cada especie**, en función al diseño experimental. Estas plantas constituyen la unidad experimental a la que se le aplicó las mediciones posteriores. El distanciamiento fue de  $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ .
- Se siguieron las recomendaciones hortícolas de cultivo para ambas especies en lo concerniente a riegos, deshierbos, sanidad vegetal, hasta lograr el total crecimiento de ambas hortalizas.

**d. Mediciones a realizar.**

Luego de su cultivo, se procedió a extraer **25 plantas** al azar de cada tratamiento y cultivo para su medición y evaluación.

De las variables dependiente se evaluaron:

**Cultivo de culantro**

Se evaluó a los **50 días**

- Tamaño de la parte aérea de la planta
- Tamaño de la raíz

**Cultivo de rabanito**

Se evaluó a los **30 días**

- Peso del bulbo
- Tamaño de la parte aérea

### **3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

La técnica de recolección de datos es la observación, tanto directa como indirecta. Se tuvo especial cuidado de registrar todos los eventos sucedidos durante el proceso de trabajo de campo.

El registro de los resultados obtenidos de las observaciones indirectas o mediciones se anotaron en los formatos elaborados para tal fin.

Los datos obtenidos de las mediciones realizadas según los tratamientos ensayados para ambos cultivos, fueron digitados y tabulados de acuerdo al diseño experimental propuesto para su posterior análisis estadístico.

### **3.5. Procesamiento de datos y análisis estadístico**

Con los datos tabulados se generaron tablas y gráficos para expresar mejor los resultados obtenidos. Se obtuvieron estadísticos de tendencia central y dispersión para interpretar los resultados.

Al tratarse de una investigación experimental, los resultados cuantitativos obtenidos fueron procesados a través de un análisis de varianza. Se utilizó el software Excel y SAS.

## IV. Resultados

### 4.1. Preparar y analizar el “Bokashi” obtenido

Se utilizó la formulación propuesta por Vásquez et al., (2018), y se realizó la preparación para la producción del Bocashi según lo que se detalla el ítem 3.4.2, aproximadamente a los dos meses, se envió una muestra a un laboratorio para realizar su análisis de contenido de nutrientes, obteniéndose los resultados mostrados en la siguiente tabla. Los datos certificados del análisis se anexan al presente informe (Ver Anexo 1).

Tabla 5

*Resultados del análisis de nutrientes y otros, del Bocashi producido*

N°	Descripción	Resultado
<b>1</b>	<b>Macronutrientes (%)</b>	
	Nitrógeno	1.740
	Fósforo	0.530
	Potasio	2.075
	Calcio	1.500
	Azufre	0.140
	Magnesio	0.405
<b>2</b>	<b>Micronutrientes mg/kg o PPM</b>	
	Fierro	6040.00
	Cobre	32.00
	Manganeso	679.00
	Zinc	75.70
	Boro	18.00
<b>3</b>	<b>Otras propiedades</b>	
	pH	8.55
	Materia orgánica (%)	23.56
	Relación C/N	12.02
	Humedad (%)	45.52

Fuente. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2019)

Como se puede observar en la tabla 5, si bien las concentraciones de macronutrientes son bajas, el contenido de materia orgánica es alto, lo que garantiza un aporte permanente de nutrientes. En cuanto al pH este es ligeramente básico, lo que es ideal para su aplicación en suelos de selva, los que se caracterizan por ser fuertemente ácidos.

Tomando en cuenta este análisis se puede calcular la cantidad de macronutrientes aplicado a cada tratamiento en general y por planta. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.



Tabla 6

*Cantidad de macronutrientes aportado por el Bokashi según tratamiento para ambos cultivos*

N°	Tratamiento	Total por tratamiento (kg)			Total por planta (g)		
		N	P	K	N	P	K
T-01	Bocashi 25% + suelo 75%	0.783	0.239	0.934	7.83	2.39	9.34
T-02	Bocashi 50% + suelo 50%	1.566	0.477	1.8675	15.66	4.77	18.68
T-03	Bocashi 0% + suelo 100% - testigo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente. Elaborado a partir del análisis del análisis del bocashi realizado en Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2019).

El Bocashi dosificado en las cantidades de los tratamientos sugeridos, aportan de manera general más nutrientes que los requeridos por las plantas; sin embargo, al tratarse de un abono orgánico de liberación lenta, se espera que el aporte sea el adecuado según el estado de crecimiento de la planta.

Podemos citar los requerimientos de macronutrientes de ambas especies promedio citados de varios autores, donde se ve que los requerimientos son mucho menores.

Tabla 7

*Requerimientos de macronutrientes de ambos cultivos por planta*

Cultivo	Macronutrientes (g)		
	N	P	K
Rabanito	0.225	0.088	0.250
Culantro	0.390	0.120	0.616

Fuente. Vallejo, F. y Estrada, E. (2014).

Como podemos ver, el aporte de nutrientes del bocashi es superior al requerimiento de ambos cultivos; sin embargo, hay que resaltar que este requerimiento es neto y disponible.

## 4.2. Descripción del efecto de la biofertilización con Bokashi en los plantones de los cultivos de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*)

### 4.2.1. Resultados en los plantones de rabanito

Hay que indicar que la longitud de la parte aérea de la planta constituye la longitud de la hoja mayor, mientras que el peso del bulbo se refiere el peso fresco recién cosechado de los mismos, las mediciones se realizaron a los treinta días luego de iniciado el cultivo.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 8

*Crecimiento de la parte aérea de la planta de rabanito según tratamientos*

N°	Tratamientos	Longitud aérea (cm)
1	TTO 01	32.08
2	TTO 02	27.56
3	TTO 03	25.24

Fuente. Elaboración propia

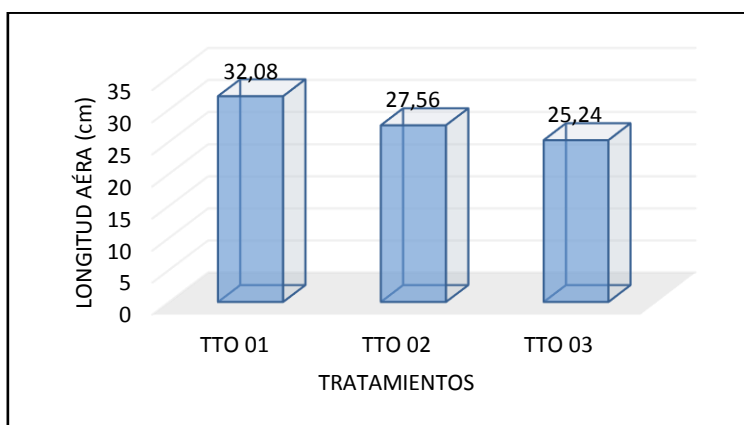


Figura 1. Crecimiento de la parte aérea de la planta de rabanito según tratamientos

Fuente. Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 8 y figura 1, la dosificación de 25% de bocashi ha generado el mejor crecimiento, la dosis de 50% en vez de incrementar el crecimiento, ha frenado el mismo, esto se debe posiblemente a la sobre concentración de nutrientes, al ser muy alta la concentración de nitrógeno el crecimiento de la parte foliar se detiene o disminuye en longitud. Sin embargo, los tratamientos que recibieron el bioabono produjeron mayor crecimiento de la planta en su parte aérea frente al testigo, donde se sembró la hortaliza en suelo agrícola natural.

Al tratarse de una investigación experimental, se realizó un análisis de varianza que se muestra a continuación.

Tabla 9

*Análisis de varianza (ANVA) aplicada al crecimiento de la parte aérea del rabanito según tratamientos*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	604.987	2	302.493	7.587	0.001023	3.124
Error	2870.560	72	39.869			
Total	3475.547	74				

$\alpha = 0.05$

Fuente. Elaboración propia

El análisis de varianza indica que la diferencia que existe entre las medias obtenidas en el crecimiento de las plantas de rabanito es estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95%. Esto quiere decir que el efecto que tienen el biofertilizante con bocashi si genera un incremento en el crecimiento de la planta de rabanito.

Según las tablas anteriores, puede decirse que estadísticamente, el aporte de 25% de bocashi al suelo para cultivo de rabanito genera un mejor crecimiento de la planta.

Tabla 10

*Peso del bulbo del rabanito según tratamientos*

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Peso del bulbo (g)</b>
1	TTO 01	63.74
2	TTO 02	78.21
3	TTO 03	54.40

Fuente. Elaboración propia

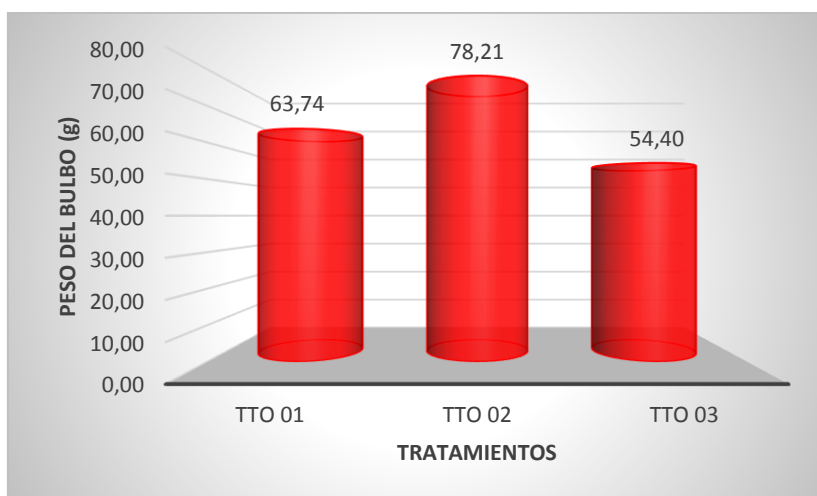


Figura 2. Peso del bulbo del rabanito según tratamientos

Fuente. Elaboración propia

Como puede verse en la tabla 10 y figura 2, los resultados correspondientes al peso del bulbo de rabanito obtenido, es mayor en el tratamiento donde se aplicó el bioabono en un 50% de peso con respecto al suelo. La presencia de nutrientes como fosforó y micronutrientes en mayor cantidad sustentan el mayor crecimiento del bulbo y mayor desarrollo de peso. Al igual que en el caso de la parte aérea, los tratamientos que recibieron bioabono de bocashi generan un mayor peso de los bulbos del rabanito producido frente al tratamiento testigo, donde solamente se usó tierra agrícola pura.

El análisis de varianza de las medias obtenidas por cada tratamiento se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11

*Análisis de varianza (ANVA) aplicada al peso del bulbo de rabanito según tratamientos*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	7198.244	2	3599.122	12.644	0.0000197	3.124
Error	20495.215	72	284.656			
Total	27693.460	74				

$\alpha = 0.05$

Fuente. Elaboración propia

Los resultados obtenidos del análisis de varianza muestran que existe una diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos analizados. Esto quiere decir que uno de los tratamientos es superior significativamente con respecto a los otros dos. Revisando la tabla anterior vemos que se trata del tratamiento 02 donde se aplicó 50% de bocashi en relación del peso del suelo, este tratamiento logró el mayor peso promedio del bulbo con respecto a los otros tratamientos.

Considerando que es el bulbo del rabanito la parte de la planta que se comercializa como alimento, podemos resumir que el tratamiento 02 es el más recomendable, donde se aplica 50% de bocashi al suelo, y genera una mayor producción de bulbos de rabanito.

#### **4.2.2. Resultados en los plántones de culantro**

Lo que se midió en este cultivo es la longitud de la parte aérea, el mismo que está constituido por la longitud del peciolo y de la hoja mayor. Mientras que en la parte de la raíz se midió la longitud de la raíz mayor. Las mediciones se realizaron a los cincuenta días luego de iniciado el cultivo.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 12

*Crecimiento de la parte aérea de la planta de culantro según tratamientos*

N°	Tratamientos	Longitud aérea (cm)
1	TTO 01	26.20
2	TTO 02	23.48
3	TTO 03	20.40

Fuente. Elaboración propia

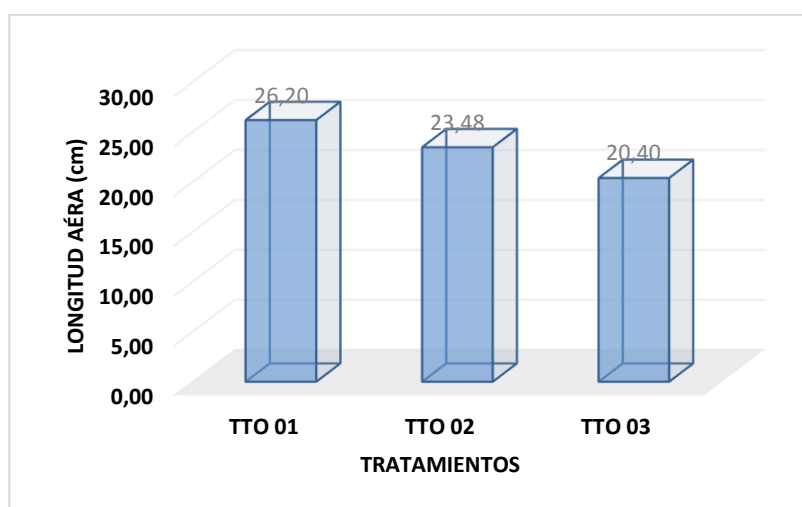


Figura 3. Crecimiento de la parte aérea de la planta de culantro según tratamientos

Fuente. Elaboración propia

La tabla 12, y la figura 3, muestra que el tratamiento 01, al que se le aplicó 25% de bocashi con respecto al peso del suelo generó el mayor crecimiento de la parte aérea de la planta, mayor incluso que el tratamiento 02 donde se aplicó el doble de bioabono de bocashi, la muy alta concentración de nutrientes y del bocashi en el suelo generó que la parte foliar vea atrofiado su crecimiento, y posiblemente el bioabono influyó negativamente en la raíz del cultivo.

Para establecer si la diferencia entre las medias encontradas, es estadísticamente significativo, se realizó un análisis de varianza que se muestra a continuación.

Tabla 13

*Análisis de varianza (ANVA) aplicada a la longitud de la parte aérea de la planta de culantro según tratamientos*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	421.040	2	210.520	8.382	0.0005337	3.124
Error	1808.240	72	25.114			
Total	2229.280	74				

$\alpha = 0.05$

Fuente. Elaboración propia

El análisis de varianza realizado indica que la diferencia que tiene el tratamiento 01 en el crecimiento de la parte aérea de la planta de culantro es superior estadísticamente frente a los otros dos tratamientos, por lo que el abonamiento con 25% de bocashi es confiable estadísticamente para obtener la mayor producción de la parte aérea de la planta.

Tabla 14

*Crecimiento de la raíz de la planta de culantro según tratamientos*

<b>N°</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud raíz (cm)</b>
1	TTO 01	18.68
2	TTO 02	14.36
3	TTO 03	15.8

Fuente. Elaboración propia

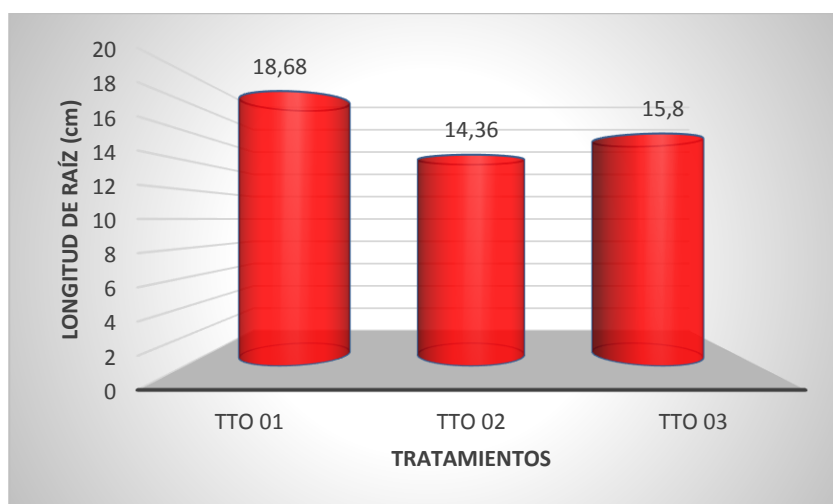


Figura 4. Crecimiento de la raíz de la planta de culantro según tratamientos

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 14 y figura 4, se muestra que el abonamiento afecta el crecimiento de la raíz de la misma manera que la parte aérea, es decir el tratamiento 01, donde se aplicó el bioabono de bocashi en 25% logró el mayor crecimiento de las raíces de la planta. Lo que hay que resaltar en este caso es que el tratamiento 02 donde se aplicó 50% de bocashi con respecto al peso del suelo, la raíz creció menos que el testigo, o donde no se aplicó bocashi, esto se debe al efecto negativo que tiene la alta concentración de materia orgánica aún en proceso de descomposición como es el caso del bocashi en las raíces en formación. Esta disminución de la masa radicular afectó en la producción de la parte aérea de la planta.

Tabla 15

*Análisis de varianza (ANVA) aplicada a la longitud de la raíz de la planta de culantro según tratamientos*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Tratamientos	241.920	2	120.960	7.474	0.001123	3.124
Error	1165.200	72	16.183			
Total	1407.120	74				

$\alpha = 0.05$

Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar el análisis de varianza de las medias obtenidas de los tratamientos ensayados indica que la diferencia obtenida por el mejor tratamiento que es el tratamiento 01, es significativa estadísticamente. Según este resultado, la aplicación del tratamiento 01, es decir 25% de bocashi en función al peso del suelo producirá un mejor crecimiento de la raíz de la planta de culantro.

En resumen, tomando en cuenta que es la parte aérea de la planta la que se comercializa como alimento, el tratamiento 01 es el que genera mayor crecimiento frente a los otros.

### **4.3. Cuantificación de la mejora en la producción de culantro (*Coriandrum sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*) usando Bokashi**

#### **4.3.1. Incremento de la producción.**

Los incrementos se compararán solamente de la parte de la planta que se comercializa, así en el caso del rabanito, se comparará el incremento del peso de bulbos, y en el caso del culantro el incremento en la longitud de la parte aérea de

la planta. Tomando en cuenta los resultados obtenidos con los **mejores tratamientos** se compararán con el testigo para ambos cultivos.

#### 4.3.1.1. Cultivo de rabanito.

Tabla 16

*Incremento en la producción en peso de bulbos de rabanito con el mejor tratamiento*

N°	Producto	Producción (g)		
		Tratamiento 03	Tratamiento 02	Incremento
1	Peso bulbo/m <sup>2</sup>	2175.91	3128.40	952.49

Fuente. Elaboración propia

Para este análisis se ha considerado un número de plantas por metro cuadrado de 40, que es la densidad más recomendada para este cultivo en campo. Se considera solo el tratamiento 02, por ser el que mejores resultados dio, y que sería ventajoso aplicarlo en un cultivo real de campo de rabanito, el tratamiento 02, consiste en adicionar bocashi en un porcentaje de 50% en función al volumen del suelo utilizado.

Como puede verse en la tabla 16, la adición del bioabono bocashi genera un incremento en la producción de 952.49 gramos de bulbo de rabanito por metro cuadrado de cultivo, lo cual, si lo llevamos a hectárea, significa un incremento de 9524.90 kg de bulbo por hectárea.

#### 4.3.1.2. Cultivo de culantro

Tabla 17

*Incremento en la longitud de la parte aérea de la planta de culantro con el mejor tratamiento*

N°	Producto	Crecimiento (cm)		
		Tratamiento 03	Tratamiento 01	Incremento
1	Longitud de parte aérea	20.40	26.20	5.80

Fuente. Elaboración propia

En el caso del cultivo de culantro, el análisis de incremento se hace por planta promedio y se hace comparando el crecimiento promedio del tratamiento 01 que fue el que generó **los mejores resultados**, con el tratamiento 03 que fue el testigo donde no se aplicó bocashi.



Como se puede ver en la tabla 17, el tratamiento 01 que consiste en adicionar 25% de bocashi en función al peso del suelo, generó el mayor incremento en crecimiento de la planta en su parte aérea frente al testigo. Este incremento va a influir positivamente en la cantidad de biomasa que se cosechará de esta especie, ya que es esta parte de la planta la que se comercializa.

## V. Discusión

En cuanto a las variables evaluadas en el presente experimento, los resultados obtenidos son inferiores a los reportados en investigaciones similares a los que reporta Carrera-Bastidas (2015), el autor indica que el ensayo duró 90 días, al final del experimento obtuvo una altura promedio de 32.68–35.07 cm. También son menores a los encontrados al evaluar el efecto de la fertilización orgánica (humus de lombriz) en hortalizas (Palma-Méndez y Macías-Pettao, 2015), para el rábano mencionan que a los 90 días una altura promedio de 37.95 cm y en promedio 8.71 hojas por planta.

Los resultados de la presente investigación coinciden con lo que señalan Ochoa y Mendoza (2015) quienes afirman que los mejores resultados para evaluar el efecto de enmiendas nutricionales sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (*Raphanus sativus* L) se obtienen en el tratamiento Compost porque este aumenta la capacidad del suelo para conservar el agua, además de mejorar la textura, la aireación, y la porosidad de los suelos, baja la erosión causada por las fuertes lluvias y el viento, aumenta el crecimiento de las plantas por los nutrientes que contiene, mejora la fijación del Nitrógeno, aumenta la cantidad de lombrices, insectos beneficiosos a los suelos y favorece el crecimiento de follaje y raíz.

De esta manera Mendivil-Lugo et al., (2019) afirma que el bocashi es un abono que aporta macro y micronutrientes al suelo y a la planta, y su efecto varía en función de la naturaleza de los materiales a partir de los cuales se produce. Es factible el uso de residuos sólidos orgánicos para producir abonos, pero se debe tener cuidado de algunos materiales como el aserrín, que es necesario precompostearlo aproximadamente 60 días, esto permitirá la degradación de los compuestos polifenólicos como los taninos, y permitirá la humificación de la materia orgánica y la producción de sustancias húmicas. Así mismo señala que el bocashi tuvo un efecto positivo en la germinación de las semillas de rábano y promovió un mayor vigor en las plántulas de rábano, así como una mayor biomasa seca radicular de las mismas. Y ratifica que a través de estas investigaciones se demuestra la posibilidad de emplear residuos sólidos orgánicos, que a menudo son considerados desperdicio, pero al ser manejados agroecológicamente se pueden convertir en un abono orgánico de calidad, en términos nutritivos y de microflora, lo que a su vez reduce la contaminación al ambiente.

En el caso del culantro estos resultados coinciden con los reportados por Hernández (2014) quien encontró diferencias estadísticas significativas al evaluar el efecto de dos abonos orgánicos en la producción de cilantro. De igual manera, Machaca (2017), evaluando el efecto de los abonos orgánico tipo estiércol de ovino en cultivo de apio, encontró incrementos en el

rendimiento de este cultivo en condiciones o ambiente protegido, indicando que la variable altura de planta difiere estadísticamente en la primera cosecha del cultivo.

De la misma forma reporta Ruiz (2014) al evaluar el efecto de la aplicación de composta, lombricomposta y bio-digestados líquidos en el crecimiento, rendimiento y calidad de follaje en el cultivo de cilantro. Al encontrar diferencias altamente significativas entre las variables evaluadas. La prueba de comparación de medias de Tukey indica diferencias estadísticas significativas entre el abono Compost con respecto a los otros dos (MegaOrgánico y la Mezcla).

Amores (2015), manifiesta no encontrar diferencias estadísticas significativas al evaluar el comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja como el cilantro y apio cuando evaluó dos abonos orgánicos (Vermicompost y Jacinto de agua), resultados que difieren a los que se presentaron con el abono Compost, pero que coinciden con los que mostraron los abonos Mega-orgánico y la Mezcla (Compost y Mega-orgánico).

Las dosis de 50, 25 y 0% en el culantro, no muestran resultados contrastantes a los de Jiménez (2013), quien manifiesta no encontrar diferencias significativas en la altura de las plantas a los 30 días después de la siembra, pero que a su vez se asemejan a las dosis de 75 y 100%. Estos resultados resultan de la evaluación de distintas dosis de humus de lombriz y Jacinto de agua (50% y 50%) después de la estimación del comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hojas con tres abonos orgánicos.

Resultados similares obtuvo Torres (2012) en la evaluación de tres abonos compost, humus y bocashi en donde encontró diferencias significativas entre el abono compost y los demás abonos, estos resultados se comprueban después de haber evaluado el efecto de tres aplicaciones de abonos orgánicos en el cultivo de apio.

## VI. Conclusiones

- Se preparó el bocashi según formulación recomendada y analizó, determinando alto contenido de materia orgánica, buena capacidad de retención de agua y contenido medio de macronutrientes en el biofertilizante.
- El uso del bocashi en el cultivo de culantro (*Coriandrium sativum*) generó un incremento tanto en la parte aérea de la planta como de la raíz, el tratamiento 01 que agrega 25% de bocashi al suelo fue el mejor. En el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus*), el uso del bocashi produjo una mejora tanto en la parte aérea de la planta como en el peso del bulbo, el tratamiento 02 que agrega 50% de bocashi al suelo fue el mejor.
- Cuantificando el efecto de la aplicación de bocashi tenemos que a una concentración de 50% en el cultivo de rabanito generó un incremento de 952.49 g en el peso del bulbo por metro cuadrado de cultivo. En el caso del cultivo de culantro, la adición de 25% de bocashi generó un incremento de 5.8 cm a la longitud aérea de la planta.

## **VII. Recomendaciones**

- Se recomienda realizar otros ensayos tomando como línea base el análisis del suelo donde se instalará la siembra para cumplir con el requerimiento nutricional que requiera el cultivo.
- La universidad, municipalidades, y otras organizaciones locales deben promover la valorización de residuos sólidos orgánicos para la producción de biofertilizantes como el bocashi.
- Los organismos promotores del sector agricultura y municipios deben promover y fomentar el uso de biofertilizantes de producción con residuos sólidos para solucionar varios problemas ambientales de manera conjunta.

## VIII. Referencias Bibliográficas

- Acosta, L. (2014). *Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos*. Tierra Tropical, 3(1), 97-107.
- Agüero, D. R., & Alfonso, E. T. (2014). Revisión bibliográfica. *Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bokashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. Cultivos Tropicales, 35(4), 52-59.
- Amores, G. (2015). *Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja cilantro (Coriandrum sativum) y apio (Apium graveolens) con dos fertilizantes orgánicos en el centro experimental "la Playita" UTC 2013*. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Cotopaxi. 33p.
- Banihani, S. A. (2017). *Radish (Raphanus sativus) and Diabetes*. Nutrients. 9, 1014. Doi:10.3390/nu9091014.
- Cabrera, G. (2016). *La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo*. Resultados obtenidos en Cuba. Pastos y Forrajes, 35(4), 346-363.
- Cabrera, G., Robaina, N., & Ponce de León, Y. D. (2015). *Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba*. Pastos y Forrajes, 34(3), 331-346.
- Carrera-Bastidas, J.V. (2015). *Respuesta agronómica del cultivo de rábano (Raphanus sativus) a la aplicación de abonos orgánicos*. Tesis de Licenciatura. [Latacunga] Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
- Casimir, A. (2016). *Respuesta del crecimiento y productividad de rábano (Raphanus sativus, L.), cilantro (Coriandrum sativum L.) y habichuela (Phaseolus vulgaris L.) a fertilizante mineral y estiércoles de vaca y oveja en Nigua, República Dominicana*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales en Diversificación Agrícola. Universidad Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo, República Dominicana.
- Cerrato, M. E.; Leblanc, H. A. y Kameko, C. (2017). *Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth*. Tierra Tropical, 2017, vol. 3, no. 2, pp. 183-197. ISSN 1659-2751.
- Cheng, G. (2016). *Presente y futuro de la quinua en el Perú*. La revista Agraria N° 142. 12- 13 pp.

- Coronado, D.; Yagana, G. (2017). *Incidencia del biol y bocashi en la recuperación de la fertilidad y edafofauna de suelos agrícolas degradados de la parroquia Mariano Acosta-Imbabura*. Tesis de título profesional, Universidad Técnica del Norte. Imbabura, Ecuador. 168 pp.
- Diederichsen, A. (1996). *Coriander. Coriandrum sativum L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 3. IPGRI, International Plant Genetic Resources Institute, Italy. 83 p.
- Flores, C; Vásquez, D. (2017). *Agricultura orgánica. Ecotecnias en Sistemas Agropecuarios*. 332 ISBN 978-968-5715-55-3.
- Hernández, Arturo. (2014). *Efecto de dos abonos orgánicos en la producción de cilantro (Coriandrum sativum L.) bajo condiciones de campo en Villaldama Nuevo León*. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág. 29.
- INFOAGRO. (2017). *Abonos orgánicos*. Curso Online. En línea (sábado 14 de setiembre del 2019): [https://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](https://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)
- Ipanaqué, G. (2017). *Efecto del sustrato Bocashi en el mejoramiento de la calidad de un suelo degradado en el Valle de Moche, Trujillo*. Tesis de pregrado (Título de Ingeniero Ambiental). Universidad César Vallejo. Trujillo – Perú.
- Jiménez, C. (2013). *Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hojas con tres abonos orgánicos en el Centro Experimental La Playita de la UTC*. Unidad de Estudios a Distancia, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Quevedo: s.n., 2013. págs. 42-54.
- Lima, F; Fredericksen, G; Restrepo, G. (2015). *Horticultura orgánica: una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 2(1), 76.
- Martínez, F. X. F. (2016). *Gestión y tratamiento de residuos agrícolas*. *Revista equipamiento y servicios municipales*, 2016, N°. 125 (mayo-junio), pp. 38-48. ISSN 1131-6381.
- Mendivil-Lugo, C; Nava-Pérez, E; Armenta-Bojórquez, A; Ruelas-Ayala, R; Félix-Herrán, A. (2019). *Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano*. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud* <http://biotecnia.unison.mx>
- Morales, I.; Escalante, W. y Galdámez, I. (2015). *Manejo agronómico del cultivo de Cilantro*. FUNDESYRAM. El Salvador.

- Mota F.; Valdés, I.; Sol, O.; Pérez, A. (2019). *Respuesta al bocashi y a la lombricomposta de Moringa oleifera Lam. después de la poda*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(2), 289-299. <https://dx.doi.org/10.29312/remexca.v10i2.827>
- Ochoa, D y Mendoza, J (2015) *Evaluar el efecto de enmiendas nutricionales sobre el crecimiento y rendimiento del rábano (Raphanus sativus L) en época seca en la Hacienda experimental Las Mercedes, Managua, Nicaragua, 2015*. Ingeniería thesis, Universidad Nacional Agraria.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2016). *La fiscalización ambiental en residuos sólidos*. s/l
- OMRI (Organic Materials Review Institute). 2015. (en línea) Consultado 17 diciembre 2020. Disponible en <http://www.omri.org>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2016). FAO. Obtenido de [http://www.fao.org/farmingsystems/description\\_es.htm](http://www.fao.org/farmingsystems/description_es.htm)
- Orozco, R; Muñoz, R. (2016). *Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora (Rubus adenotrichus) en dos zonas agroecológicas de Costa Rica*. Tecnología en Marcha 25(1):16-31.
- Ortega, P. (2015). *Producción del bocashi sólido y líquido*. Tesis de pregrado (Título de Ingeniero Agrónomo). Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2012. 9 p.
- Ortega, G. (2019). Agroecología vs. Agricultura Convencional. Base Investigaciones Sociales Asunción. Documento de Trabajo N° 128b. ISSN 1810-584X.
- Owamah, H.I. et al., (2014). *Fertilizer and sanitary quality of digestate biofertilizer from the co-digestion of food waste and human excreta*. Waste management (New York, N.Y.), 34(4), pp.747–52.
- Palma-Méndez, K.V., Macías-Pettao, J.K. (2015). *Comportamiento agronómico de cinco hortalizas de raíz con tres tipos de abonos orgánicos en la Hacienda Tecnilandia-Quevedo*. Tesis de Licenciatura. [Quevedo] Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Paul, E.A. (2015). *Soil microbiology, ecology, and biochemistry*. 4 edition, Eldor A. Paul (ed.), Natural Recourse Ecology Laboratory and Department of Soil and Crop Sciences, Colorado State University, Ft. Collins, CO, USA.th
- Pérez, A; Chamorro, L. (2012). *Bacterias endófitas: una alternativa biológica para el control de Burkholderia glumae en el cultivo del arroz en Colombia*. Revista colombiana de ciencia Animal 4(1):172-184.



- Ramos, D.; Terry, E; Sohll, Y. (2016). *Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. Cultivos Tropicales 115:52-59.
- Restrepo, J. M., Gómez, J., Escobar, R. 2014. *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura*. Editado por la Fundación para la investigación y desarrollo agrícola (FIDAR), Official Development Assistance (ODA) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia-Japón.
- Riveros, A. S. (2016). *Estandarización de enmiendas orgánicas para banano en América Latina y el Caribe*. XVII Reunião Internacional da Associação para a Cooperação nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical. 15 a 20 de outubro de 2016. Joinville, Santa Catarina, Brasil. 2016. pp. 234-240.
- Rodríguez, L. M. (2012). *Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria Argentina*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 2012, vol. 2, pp. 1-10. ISSN 1853-8665.
- Ruiz, Nelson. (2014). Efecto de la Aplicación de Composta, Lombricomposta y Biodigestados Líquidos en el Crecimiento, Rendimiento y Calidad de follaje en el Cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum*, L.). Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pag. 13.
- Sánchez, J. (2017). *Efecto de aplicación del biofertilizante humega en tres diferentes dosis en la producción del apio (*Apium graveolens* L.) Var. Bonanza, en condiciones del Valle de Santa Catalina*. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Trujillo - Perú. Pag. 32.
- Sánchez, E. (2013). *Evaluación de biofertilizantes en el cultivo de orégano en la Granja Experimental Querochaca*. Tesis de grado. Universidad técnica de Ambato. Ambato- Ecuador.
- Sarmiento, G. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria* 10(1): 55 – 61 (2019).
- Sequeira, J. (2019). *Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Tropicana*. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano – Honduras.
- Soto, M. (2016). *Bananos: técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización*. 4a ed. San José (CR): Litografía e Imprenta LIL. ISBN 9977-47-154-1.

- Suclupe, E. (2019). Comparación de la eficiencia entre Bioabono Bocashi y Urea en el rendimiento del cultivo de maíz híbrido Inia 617. Trabajo de Grado. Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Perú.
- Torres N. (2012). *Efecto de tres abonaduras orgánicas en el cultivo de apio (Apiumgraveolens) en la zona de la Libertad Cantón Espejo, Provincia del Carchi*. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pag. 27.
- Usman P; Bonilla, C; Sánchez, O. (2016). *Efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje y rendimiento de semilla de cilantro Coriandrum sativum L. Variedad Unapal Precoso*. Tesis de pregrado (Título de Ingeniero Agrónomo). Acta Agronómica Vol. 52 (1-4) 2003, Pág. 59-63. Disponible en línea [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/48489](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/48489)
- Vallejo, F. y Estrada, E. (2014). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Ediciones Mundi – Prensa, S.A. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 291-311.
- Vásquez, E; Sosoranga, C; Chamba, M; Mora, M. (2018). *Evaluación química de bocashi con aplicación de microorganismos eficientes en el cantón Saraguro, provincia de Loja*. Revista. Bosques Latitud Cero. Vol. 8(1), enero-junio 2018. ISSN: 2528-7818. ISSN: 1390 – 36.
- Villalba, D. K.; Holguín, V. A.; Acuña, J. A. y Varón, R. P. (2015). *Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas*. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 2011, vol. 4, no. 1, pp. 48-49. ISSN 2027-4297.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. Resultados de análisis de Laboratorio**



Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Estación Experimental Vista Florida

### LABORATORIO DE ANALISIS: AGUAS Y SUELOS

**Tipo de Análisis:** Químico – MACRONUTRIENTES / MICRONUTRIENTES

**Muestra:** Fertilizante orgánico

**Nombre:** Merino Baron Jasser Alicxon - Leydy Yohana Yahuara Suárez

**Fecha de emisión:** 19/11/2019

**Procedencia:** Caserío Pakuy – Chiriaco

MUESTRA	MACRONUTRIENTES (%)						MICRONUTRIENTES (PPM)				
	N	P	K	Ca <sup>o</sup>	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	1.740	0.530	2.075	1.500	0.405	0.140	6040.0	32.0	679.0	75.7	18.0
BOCASHI	M.O. (%)		pH		RELACIÓN C/N		HUMEDAD (%)		P.U. Kg/m <sup>3</sup>		
	23.56		8.55		12.02		45.52		900		
<b>RESULTADO:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Materia orgánica en descomposición, con contenidos medios de macronutrientes.</li><li>- Alto contenido de materia orgánica pero alta relación carbono nitrógeno, lo que puede generar incremento de temperatura.</li><li>- pH ligeramente alcalino</li></ul>							<b>RESULTADO:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Abono orgánico con buena capacidad de retención de agua, liviano y con altos contenidos de micronutrientes</li></ul>				

  
Ing. Dante Bolivia Díaz  
Jefe Laboratorio de Química y Suelos  
INIA  
Estación Experimental Vista Florida

**Anexo 2. Tamaño de la parte aérea (cm) de la planta de rabanitos**

N° Planta	Longitud de la parte aérea		
	TTO 01	TTO 02	TTO 03
1	38	31	29
2	32	30	28
3	31	21	19
4	38	18	16
5	42	23	21
6	40	34	32
7	38	34	32
8	35	30	28
9	22	19	17
10	23	34	32
11	26	19	17
12	36	28	26
13	25	37	35
14	37	32	25
15	35	29	27
16	26	24	20
17	38	36	34
18	13	27	25
19	35	18	16
20	34	29	27
21	32	32	30
22	29	24	22
23	23	33	30
24	39	21	19
25	35	26	24
<b>PROMEDIO (cm)</b>	<b>32.08</b>	<b>27.56</b>	<b>25.24</b>
<b>D.S. (cm)</b>	<b>7.047</b>	<b>5.938</b>	<b>5.890</b>
<b>C.V. %</b>	<b>21.97</b>	<b>21.54</b>	<b>23.34</b>

**NOTA:**

La longitud de la parte aérea se considera la hoja de mayor longitud

La medición se realizó a los **30 días** posterior a la siembra

**Anexo 3. Peso del bulbo (g) por planta de rabanito**

N° Planta	Peso del bulbo		
	TTO 01	TTO 02	TTO 03
1	57	38	48
2	85	80	58
3	28	66	38
4	31	74	40
5	34	94	37
6	43	97	35
7	57	77	54
8	62	89	56
9	68	63	64
10	88	80	59
11	51	52	44
12	71	70	58
13	68	94	62
14	54	100	49
15	57	76	49
16	85	55	48
17	85	84	69
18	91	97	65
19	68	106	59
20	74	109	67
21	54	63	41
22	51	52	45
23	68	52	63
24	79	94	71
25	85	94	82
<b>PROMEDIO</b> (g)	<b>63.74</b>	<b>78.21</b>	<b>54.40</b>
<b>D.S. (g)</b>	<b>18.169</b>	<b>19.411</b>	<b>12.127</b>
<b>C.V. %</b>	<b>28.50</b>	<b>24.82</b>	<b>22.29</b>

**NOTA:**

El peso corresponde al peso fresco al momento de la cosecha del bulbo de cada planta

La medición se realizó a los **30 días** posterior a la siembra

**Anexo 4. Tamaño de la parte aérea (cm) de la planta de culantro**

N° Planta	Longitud de la parte aérea		
	TTO 01	TTO 02	TTO 03
1	20	30	24
2	33	22	18
3	26	31	20
4	34	21	27
5	17	16	26
6	29	25	19
7	31	26	27
8	27	15	18
9	19	25	25
10	26	30	23
11	19	22	21
12	29	25	14
13	29	32	16
14	28	27	22
15	30	22	21
16	18	17	22
17	32	31	20
18	23	22	15
19	24	18	17
20	25	24	16
21	34	16	17
22	34	25	19
23	17	24	17
24	19	17	28
25	32	24	18
<b>PROMEDIO (cm)</b>	<b>26.20</b>	<b>23.48</b>	<b>20.40</b>
<b>D.S. (cm)</b>	<b>5.802</b>	<b>5.051</b>	<b>4.021</b>
<b>C.V. %</b>	<b>22.15</b>	<b>21.51</b>	<b>19.71</b>

**NOTA:**

La longitud de la parte aérea incluye la longitud del peciolo y de la hoja de mayor tamaño

La medición se realizó a los **50 días** posterior a la siembra

**Anexo 5. Tamaño de la raíz (cm) de la planta de culantro**

N° Planta	Longitud de la raíz		
	TTO 01	TTO 02	TTO 03
1	11	20	19
2	24	13	13
3	17	21	15
4	25	11	22
5	12	18	21
6	20	15	14
7	22	16	22
8	18	10	11
9	10	15	20
10	17	20	18
11	10	12	16
12	27	15	14
13	25	14	10
14	19	15	17
15	21	16	16
16	17	12	17
17	23	17	15
18	14	10	16
19	15	15	14
20	16	14	11
21	24	11	12
22	22	15	14
23	20	10	12
24	15	11	23
25	23	13	13
<b>PROMEDIO (cm)</b>	<b>18.68</b>	<b>14.36</b>	<b>15.8</b>
<b>D.S. (cm)</b>	<b>4.973</b>	<b>3.174</b>	<b>3.708</b>
<b>C.V. %</b>	<b>26.62</b>	<b>22.10</b>	<b>23.47</b>

**NOTA:**

La longitud de la raíz corresponde a la raíz mayor o la que tuvo la mayor longitud de la planta

La medición se realizó a los **50 días** posterior a la siembra



**Anexo 6. Archivo fotográfico**



Figura 1. Acondicionamiento del área



Figura 2. Recolección de materiales

**Figura 3. Preparación del bocashi**



**Figura 4. Remoción del bocashi**



**Figura 5. Muestra de bocashi**

