

**Determinación del efecto y calidad (inocuidad y propiedades físico-químicas) del bocashi en la producción de hortalizas (repollos y brócoli (*Brassica oleracea*), habichuelina (*Phaseolus vulgaris*), lechuga (*Lactuca Sativa*) limpias para su uso-consumo seguro fresco en la residencia de la Embajada Británica en Colombia sede Bogotá D.C**

Hebert Quiñones Gamboa



Universidad del Pacífico

Programa. Agronomía

Buenaventura - Colombia

2023

**Determinación del efecto y calidad (inocuidad y propiedades físico-químicas) del bocashi en la producción de hortalizas (repollo y brócoli (*Brassica oleracea*), habichuelina (*Phaseolus vulgaris*), lechuga (*Lactuca Sativa*) limpias para su uso-consumo seguro fresco en la residencia de la Embajada Británica en Colombia sede Bogotá D.C.**

Hebert Quiñones Gamboa

Pasantía presentada (o) para optar al título de Agrónomo

Director (a).

Doctor. José Omar Cardona

Línea de investigación o proyección social

Horticultura urbana

Universidad del Pacífico

Programa. Agronomía

Buenaventura – Colombia

2023

## RESUMEN

El estudio se realizó en la residencia de la Embajada Británica, con el objetivo de determinar el efecto y calidad (inocuidad y propiedades físico-químicas) del bocashi en la producción de hortalizas limpias para su uso-consumo seguro por personal de la embajada e invitados especiales. Las dosis de bocashi fueron de (20kg /2.16m<sup>2</sup>) para brócoli, (60 kg/9m<sup>2</sup>) para lechuga y habichuelinas, (80 kg / 15 m<sup>2</sup>) para repollo. La dosis de mayor efecto fue 80kg bocashi/ 15m<sup>2</sup> arrojando un rendimiento total de 100.5kg de repollos, seguido de las especies de lechuga y habichuela con dosis de (60kg bocashi/9m<sup>2</sup>) y un rendimiento total de (36 kg para lechuga y 33,75 kg para habichuela); el menor rendimiento en las especies hortícolas se obtuvo en el brócoli 2 kg. Los rendimientos arrojaron ingresos totales de COP\$ 440.211. Los análisis fisicoquímicos y microbiológico mostrando trazabilidad, ausencia de Salmonella y valores seguros para coliformes y *E Coli*, cumpliendo con las normas de calidad e inocuidad que sustenta Raman (2013).

*Palabras claves. Hortalizas, rendimientos, bocashi e inocuidad*

## ABSTRACT

The study was carried out at the residence of the British Embassy, with the aim of determining the effect and quality (safety and physical-chemical properties) of bocashi in the production of clean vegetables for safe use-consumption by embassy staff and guests. specials. Bocashi doses were (20kg/2.16m<sup>2</sup>) for broccoli, (60kg/9m<sup>2</sup>) for lettuce and string beans, (80kg/15m<sup>2</sup>) for cabbage. The dose with the greatest effect was 80kg bocashi/15m<sup>2</sup>, yielding a total yield of 100.5kg of cabbage, followed by lettuce and bean species with doses of (60kg bocashi/9m<sup>2</sup>) and a total yield of (36 kg for lettuce and 33, 75 kg for beans); the lowest yield in horticultural species was obtained in broccoli 2 kg. The returns yielded total income of COP\$440,211. Physicochemical and microbiological analyses showing traceability, absence of Salmonella and safe values for coliforms and E Coli, complying with the quality and safety standards supported by Raman (2013).

*Keywords. Vegetables, yields, bocashi and safety*

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1. PROBLEMÁTICA .....	2
2. HIPÓTESIS .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	2
4. OBJETIVOS .....	2
4.1. Objetivo general .....	2
4.2. Objetivos específicos .....	3
5. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
5.1. INOCUIDAD: GENERALIDADES .....	3
5.2. Inocuidad de los compostajes orgánicos (incluido bocashi) .....	4
5.3. Propiedades fisicoquímicas del bocashi .....	5
5.4. Ventajas/desventajas del bocashi sobre otros fertilizantes .....	6
6. MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
6.1. Localización .....	10
6.1. Actividades para lograr el objetivo específico 1 .....	10
6.2. Actividades para lograr el objetivo específico 2 .....	11
6.3. Actividades para lograr el objetivo específico 3 .....	11
6.4. Actividades para lograr el objetivo específico 4 .....	11
6.4.1. Ingresos totales netos .....	12
7. RESULTADOS .....	13
7.1. Inocuidad del bocashi .....	13
7.2. Niveles óptimos del bocashi .....	14
7.3. Variables de respuesta por especie, determinantes del rendimiento .....	15
7.4. Viabilidad económica (relación costo beneficio) .....	16
7.4.1. Ingreso bruto .....	16
7.4.2. Ingreso neto .....	16
7.4.3. Análisis de costos .....	17
7.4.4. Costos totales directo .....	17
7.4.5. Costos indirectos .....	18
8. DISCUSIÓN .....	19

<b>8.1. Inocuidad del bocashi.....</b>	<b>19</b>
<b>8.2. Rendimiento de cuatro especies de hortalizas .....</b>	<b>20</b>
<b>8.3. Variables .....</b>	<b>21</b>
<b>8.4. Viabilidad económica .....</b>	<b>21</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>23</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Tabla 1.</b> Límites de tolerancia microbiológica para cuatro (4) países y sus respectivas normas para control de la inocuidad y calidad de compost.....	<b>5</b>
<b>Tabla 2.</b> Relación Costo-Beneficio en el cultivo de maíz (Zea mays) con diferentes dosis y compost orgánicos .....	<b>9</b>
<b>Tabla 3.</b> Análisis económico de diferentes tipos de tratamientos de fertilizante orgánico tipo bocashi .....	<b>10</b>
<b>Tabla 4.</b> Precio de sustentación (valor de referencia en pesos colombianos) para cada especie para la ciudad de Bogotá D.C .....	<b>12</b>
<b>Tabla 5.</b> Determinación analítica de bacteria E. Coli por dos métodos del compost bocashi (Agrosavia) .....	<b>13</b>
<b>Tabla 6.</b> Determinación analítica de salmonella sp del compost bocashi (Agrosavia) .....	<b>13</b>
<b>Tabla 7.</b> Análisis fisicoquímico del bocashi generado en el laboratorio de Agrosavia (Agrosavia) .....	<b>14</b>
<b>Tabla 8.</b> Rendimiento de las especies hortícolas por cuadrado y total del área .....	<b>15</b>
<b>Tabla 9.</b> Variables de respuesta por especie, determinantes del rendimiento y calidad final. ..	<b>15</b>
<b>Tabla 10.</b> Área sembrada, rendimiento por unidad de cuadrado y rendimiento total, para cuatro especies de hortalizas .....	<b>16</b>
<b>Tabla 11.</b> Ingreso bruto para cada especie hortícola. ....	<b>16</b>
<b>Tabla 12.</b> Ingresos netos o ganancias total de 4 especies de hortalizas .....	<b>16</b>

**Tabla 13.** Cantidad de materiales adquirido en el mercado ..... **17**

**Tabla 14.** Cantidad de materiales usados (gastado) para la elaboración del sustrato bocashi . **17**

**Tabla 15.** Gastos operativos relacionado con el proyecto ..... **18**

## INTRODUCCIÓN

El centro de origen primario y de diversificación de las hortalizas se sitúa en las regiones templadas de Eurasia; de ahí que la población europea muestra los más altos consumos promedio por habitante; demandando características específicas (en estos productos agrícolas), especialmente en aspectos clave como, calidad y trazabilidad de los cultivos. De hecho, la horticultura tropical difiere de aquella que se desarrolla en las regiones septentrionales, en calidad y trazabilidad química y orgánica. La horticultura local, desarrollada a campo abierto en la sabana de Bogotá y otras regiones de Colombia, se lleva a cabo con altos consumos de agroquímicos y el agua de riego no cumple los requisitos mínimos de calidad.

Hortalizas limpias pueden ser producidas localmente usando bocashi, el cual tiene un número importante de ventajas frente a otros tipos de compost, debido a que se puede elaborar en ambientes cerrados, en corto tiempo y su trazabilidad es mínima. El bocashi aporta macro y microelementos, mejorando las propiedades químicas del suelo; aumenta la aireación, filtración de elementos nutritivos, permeabilidad del agua, aporta macronutrientes como carbono fosforo etc. y finalmente corrige el pH del suelo. El mismo también se comporta como un homogeneizador físico del suelo con un amplio espectro de retener y liberar los nutrientes para un buen desarrollo de las plantas dando como resultado la formación de estructura de los agregados del suelo. Castillo, Vargas (2007)

El estudio se realizó en la residencia de la Embajada Británica, con el objetivo de determinar el efecto y calidad (inocuidad y propiedades físico-químicas) del bocashi en la producción de hortalizas limpias para su uso-consumo seguro por personal de la embajada e invitados especiales. Las dosis de bocashi fueron de (20kg /2.16m<sup>2</sup>) para brócoli, (60 kg/9m<sup>2</sup>) para lechuga y habichuelinas, (80 kg / 15 m<sup>2</sup>) para repollo. La dosis de mayor efecto al rendimiento de las hortalizas fue 80kg bocashi/ 15m<sup>2</sup> arrojando un rendimiento total por área sembrada de 100.5kg de repollo, seguido de las especies de lechuga y habichuela con dosis de (60kg bocashi/9m<sup>2</sup>) y un rendimiento total por áreas de (36kg para lechuga y 33,75 para habichuela); el menor rendimiento en las especies hortícolas se obtuvo en el brócoli. Los resultados obtenidos se discuten al interior del documento.

La calidad, inocuidad y propiedades fisicoquímicas del bocashi producido localmente quedó sustentado con base en análisis fisicoquímico y microbiológico. Los análisis mostraron ausencia de Salmonella y el recuento de *E coli* y coliformes fue bajo, siendo apto para el consumo fresco; el análisis fisicoquímico no reporta trazabilidades. Los resultados combinados de rendimiento, calidad e inocuidad de las hortalizas producidas en esta prueba permiten extender el uso de la técnica a especies hortícolas complementarias incluidas en la dieta, como: cebolla Tokio, cebolla cabezona, papa sabanera, ruibarbo, calabacín, acelgas, apio, pimentón, jalapeño, cilantro, remolachas entre otras.

## **1. PROBLEMÁTICA**

La horticultura tropical difiere de aquella que se desarrolla en las regiones septentrionales, en calidad y trazabilidad química y orgánica. La horticultura local, desarrollada a campo abierto en la sabana de Bogotá y otras regiones de Colombia, se lleva a cabo con altos consumos de agroquímicos y el agua de riego no cumple los requisitos mínimos de calidad.

El uso-consumo de hortalizas por el cuerpo diplomático demanda mínima trazabilidad y máxima asepsia, dado su uso-consumo directo y fresco.

## **2. HIPÓTESIS**

Hortalizas limpias pueden ser producidas usando bocashi, el cual tiene un número importante de ventajas frente a otros tipos de compost, debido a que puede elaborarse en las mayorías de los ambientes incluyendo ambientes cerrados; y el rendimiento de biomasa de hortalizas (medido con base en altura de planta y rendimiento total), es rentable y proporcional al volumen de bocashi usado como sustrato.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

Los consumidores europeos demandan características específicas de los productos agrícola, especialmente en aspectos clave como, calidad y trazabilidad de los cultivos. En calidad y trazabilidad química y orgánica de los cultivos que se desarrollada a campo abierto en la sabana de Bogotá, se lleva a cabo con altos consumos de agroquímicos. El personal diplomático de la Embajada busca el consumo de hortalizas limpias (mínima trazabilidad).

La calidad y trazabilidad de las hortalizas producido localmente quedó sustentado con base en análisis fisicoquímico y microbiológico realizado al compostaje orgánico (bocashi). Los análisis mostraron ausencia de patógenos contaminantes, siendo apto para el uso en producción de hortalizas.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Determinar los niveles, efecto y calidad (inocuidad y propiedades fisicoquímicas) del bocashi, así como su viabilidad económica en la producción de hortalizas limpias, que permita dar confiabilidad de uso a potenciales usuarios.

#### **4.2. Objetivos específicos**

1. Demostrar que el sustrato bocashi producido localmente cumple con las normas de calidad (inocuidad y propiedades fisicoquímicas), de tal forma que permita mostrar sus ventajas sobre otros fertilizantes orgánicos y químicos.
2. Determinar los niveles óptimos de bocashi, que permita maximizar el rendimiento de hortalizas, para proponerlo como alternativa en cultivos de hortalizas en invernadero, huertas, campo y principalmente en ambientes cerrados.
3. Identificar las variables con mayor peso en la respuesta por efecto del bocashi, para proponer su uso como variables de respuesta determinantes.
4. Determinar la viabilidad económica del bocashi en la producción de hortalizas, con base en las variables con mayor peso identificadas en el objetivo específico 3; que maximice la relación costo-beneficio respecto al uso local de bocashi.

### **5. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **5.1. INOCUIDAD: GENERALIDADES**

La inocuidad hace referencia a todo tipo de riesgos (naturales, por contaminación, por presencia de patógenos) asociados a los alimentos para consumo humano los cuales que pueden inducir en la salud de las personas o aumentar el riesgo de enfermedades crónicas como cáncer, afecciones cardiovasculares y otras. Fuente, Norma, Crona & Barbosa (2010). La inocuidad es un componente esencial de la calidad total y está agrupada a todos los peligros, ya sean crónicos o agudos debido a: a) la presencia de microorganismos patógenos o biotoxinas, los cuales pueden provocar degradación de los nutrientes o ser vehículo de enfermedad en humanos y animales, b) contaminantes químicos (presencia de metales pesados inactivas enzimas y son tóxicos a concentraciones alta) o c) físicos que pueden ser temperaturas extremas, modificaciones en el pH e inclusive la presencia de oxígeno. Fuente, Norma, Crona & Barbosa (2010).

La inocuidad la podemos definir como la agrupación de medidas o reglas que se utilizan para prevenir riesgos provenientes de estresores biológicos y químicos que está contenida en las normas APPCC e ISO 2200. En otras palabras, la inocuidad explica las medidas o normas que restringen dentro del subconjunto de regulaciones sociales que son adoptadas por una nación o región y su objetivo principal está enfocado en proteger intereses públicos, tales como salud, higiene, ambiente, cohesión social, medidas ambientales, y estándares de calidad. APPCC, es un sistema que concierne un procedimiento sistematizado y preventivo a la vez este consiente en la identificación de los riesgos determinados e instaurar medidas de control correspondiente con el fin de certificar la producción de alimentos seguros para el consumidor. Torres, Gonzales,

Nieto, Sierra & Castro (2021) ISO 22000, es una norma internacional que define los requisitos de un sistema de gestión de seguridad de los alimentos que cubra todos los tamaños de todas las organizaciones a lo largo de la cadena alimentaria; es la que garantiza la plena inocuidad de los mismos durante todas las fases que componen la cadena de producción hasta el cliente final. Torres, Gonzales, Nieto, Sierra & Castro (2021).

## 5.2. Inocuidad de los compostajes orgánicos (incluido bocashi).

La calidad sanitaria del compost se determina a través de análisis microbiológicos, teniendo en cuenta ciertos grupos indicadores y grupos patógenos. Raman, Martínez & Pantoja (2013). Los grupos más usados para este tipo de estudio son: coliformes termo tolerantes, bacterias Gram (-) perteneciente a las enterobacterias capaces de fermentar lactosa y producir indol a 44,5°C. Raman, Martínez & Pantoja (2013) De acuerdo a la Agencia de defensa Ambiental de América del norte (USA)-EPA. Raman, Martínez & Pantoja (2013), la presencia de este grupo en cantidades significativas es un claro indicador de la aparición de bacterias patógenas como *Salmonella*, *Shigella* y *E. coli verotoxigénicas*. Raman, Martínez & Pantoja (2013). La misma en altas concentraciones en los compostajes o en los materiales orgánico afirma que el proceso térmico no ha sido efectivo. Es decir, el compostaje no alcanzó las temperaturas correspondientes, el periodo de tiempo durante la elevación de temperatura fue muy cortos o contaminación durante su proceso de enfriamiento ya que el vapor generado por temperaturas altas produce humedad (agua). Raman, Martínez & Pantoja (2013). El recuento por debajo de 1.000 *ufc* por gramo de peso seco del compostaje indica que los agentes patógenos han sido removidos. Castro (2022) Las bacterias patógenas que se encuentra en la materia prima usadas para la elaboración del compostaje orgánico, como los estiércoles (Gallinaza y poquinaza), siendo este el principal en la presencia de *Salmonella spp.* Raman, Martínez & Pantoja (2013). Este microorganismo es uno agentes de enfermedades que pueden transmitirse por alimentos (ETA), estos también pueden ser encontrarse en el sistema digestivo de principalmente de aves (siendo el pollo un importante reservorio), bovinos, porcino entre otros. Raman, Martínez & Pantoja (2013); Carrascal (2011) Igualmente la *E. coli* O157:H7 se ha considerado de gran interés dado que esta ésta está asociada enfermedades causadas por consumo de frutas y vegetales crudos o sus productos no esterilizados. Islam (2005); Raman, Martínez & Pantoja (2013). Los reservorios animales como el ganado vacuno, ciervos y ovejas, pueden mantenerse con vida hasta por 70 días en el excremento, esto depende según su acumulación concentrada y temperatura. Otros agentes patogénicos que se han evidenciado en los fertilizantes orgánicos (Compostajes) son: *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* y *Cryptosporidium parvum*, estos pueden incurrir afectando a gran escala al hombre por el consumo de alimentos contaminados por los mismo. Beuchat (2006); Raman, Martínez & Pantoja (2013). En la tabla 1 se observan los límites microbiológicos según las diferentes normas.

**Tabla 1.** Límites de tolerancia microbiológica para cuatro (4) países y sus respectivas normas para control de la inocuidad y calidad de compost.

Microorganismo	Limite de Tolerancia				
	Chile NCh 2880/04		EU European Union	Colombia 5167/04	Mexico NTEA-006-SMA- RS-2006.
	A	B			
Coliformes fecales	<1000 NMP/g	<2000 NMP/g	< 1 x 10 <sup>3</sup> NMP/g	<1000 ufc/g enterobacterias totals	<1000 NMP/g
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente en 25 g de producto	Ausente en 25 g de producto	Ausente en 25 g de producto	Ausente en 25 g de producto	<3 /g en bs
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	1000 NMP/g	ND	-
Huevos viables de Helminto / <i>Ascaris</i>	Ausente en 1 g	Hasta 1 en 1g	Ausente en 1 g	ND	<10 /g bs
Hongos fitopatogenos	-	-	Algunos países incluyen <i>Plasmodiophora brassicæ</i>	Ausente segun especie vegetal	Ausente

NMP= Número más probable, ufc= unidades formadoras de colonias, bs= base seca

Fuente: Raman, Martínez & Pantoja (2013).

Los metales pesados constituyen un grupo de elementos químicos que se convierten en no deseados, porque no se descomponen; solo cambian su estado de oxidación. Raman, Martínez & Pantoja (2013). Los materiales pesados tienen gran efecto relacionada con la salud humana, estos también producen un gran impacto en la cadena alimenticia a nivel terrestre y acuático. Raman, Martínez & Pantoja (2013) Aunque se localizan en la naturaleza, cuando su acumulación excede los límites establecidos, puede deberse a un gran problema de concentraciones altas en los tejidos vegetales (fruta, raíz) o en órganos vitales (hígado, cerebro, tejido graso) con efectos crónicos a largo plazo. En los compostajes, los materiales pesados junto a patógenos presente son considerado un excelente indicador para determinar la calidad (inocuidad) del material. Raman, Martínez & Pantoja (2013) Los límites de tolerancia tienen algunas diferencias o variaciones según los países, aunque existe un puto referente el marco de normativa propuesto por la EPA y por la Unión Europea [UE]. Raman, Martínez & Pantoja (2013)

### 5.3. Propiedades fisicoquímicas del bocashi

Los principales componentes del bocashi aportan a las propiedades químicas y física del suelo, de la cuales se destacan: a) libera nutrientes, b) aporta macro elementos (N, P, K) y micro elementos (Mg, Fe, Zn, Cu, B); mejorando las propiedades químicas del suelo, c) aumenta la aeración, absorción de humedad, filtración de nutrientes, aporta carbono y corrige la acidez del suelo, d) es un homogeneizador físico del abono, con capacidad de retener y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas), y e) fuente de energía para los microorganismos.

Castillo, Vargas (2007). La aplicación de este tipo de abono en el suelo favorece: a) la liberación de macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes (Mg, Fe, S, Cu, B,)), b) el aumento del poder tampón del suelo, c) reducción de las oscilaciones de pH, d) la capacidad de intercambio catiónico. Castillo, Vargas (2007); Alberta (2000). El suelo es influenciado por el suministro de abono orgánico (bocashi), corrigiendo las propiedades físicas del suelo de las cuales se hacen mención a continuación: a) mejora las propiedades del suelo como textura y estructura, ayuda a la formación de agregados específicos, disminuye la agregación del suelo, reduce la docilidad del mismo haciendo más suave a los suelos arcillosos y más impenetrables a los arenosos, b) mejora la permeabilidad del suelo al incrementar la infiltración del agua, disminuye la pérdida de la misma por transpiración, es un optimizador de drenaje y estabiliza la aireación, c) Disminuye la erosión del suelo, tanto de agua como de viento, aumentan el uso eficiente del agua por su retención, mejorando el crecimiento y funcionamiento más eficaz de las raíces que aprovechan mejor el agua en una capa de suelo más profunda. Castillo, Vargas (2007); Alberta (2000).

#### **5.4. Ventajas/desventajas del bocashi sobre otros fertilizantes**

Las principales ventajas del bocashi son: alto contenido energético de la masa orgánica, estructura los agregados del suelo, trazabilidad mínima, bajo costo de producción y almacenamiento, con volúmenes de producción adaptables. En relación a las diferentes ventajas de la utilización de Bocashi. Ortega (2012) menciona las siguientes: a) mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización, b) suministra compuestos orgánicos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macro organismos benéficos durante el proceso de fermentación, c) también ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo, d) se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores ni moscas. Ortega (2012); Ríos (2015); Barrio (2020), e) no se forman gases tóxicos ni malos olores Ortega (2012), Ríos (2015), f) el volumen producido se puede adaptar a las necesidades. Ortega (2012; Río (2015). g) no causa problemas en el almacenamiento y transporte Ortega (2012); Ríos (2015), h) desactiva agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos como causantes de enfermedades Ortega (2012; Ríos (2015), i) el producto se elabora en un periodo relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días), j) el producto permite ser utilizado inmediatamente después de la preparación y k) bajo costo de producción. Butron (2015); Ríos, (2015); Barrios (2020).

La temperatura, humedad y aireación afectan su preparación y se muestra como una desventaja. Un desbalance pueden ser fuente de: a) presencia de insectos fitófagos. Bautista (2015); García (2020), b) inestabilidad, dado que la materia orgánica no está totalmente descompuesta, lo cual puede ocasionar problemas para la germinación de los cultivos. Cabrera, Ramos, Terry, Soto, Martin & Fernández (2016); Marino (2020), c) bajas temperaturas en el proceso de fermentación

se corre el riesgo de ser infectado por microorganismos fitopatógenos. Cabrera, Ramos, Terry, Soto, Martin & Fernández (2016); Marino (2020).

### **5.5. Niveles óptimos del bocashi**

Antomarchi (2015) y Butron (2015) sustentaron el efecto de bocashi sobre altura de plantas en pimiento y frijol respectivamente; y Boudet (2017), evaluó el efecto de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en tomate, mejorando: rendimiento de racimos por planta, número de frutos por planta y la masa promedio de los frutos. Antomarchi (2015) reporta que La aplicación de diferentes dosis del bocashi influye positivamente en la altura de las plantas de pimiento (*Capsicum annuum L.*). Los valores promedios alcanzados tuvo una oscilación entre 45 y 57 cm, con una diferencia estadística entre ellas considerada significativa; el mayor efecto a la aplicación del compostaje respecto a la altura se evidencia en las plantas tratadas con la dosis de 2,78 t ha<sup>-1</sup>. Boudet, Calderón, Boicet, González Gómez (2015). Butron, 2015 también afirma que la mejor altura de plantas de frejol evaluado a 75 días de la siembra fue 58,2 cm por efecto de incorporaciones de 15 t. ha<sup>-1</sup> de bocashi. Boudet 2017 evaluó el efecto de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en tomate en condiciones agroecológicas, reportando que el rendimiento de manojos por planta, cantidad de frutos por planta y la masa promedio de los frutos alcanzaron su mayor valor con la dosis aplicada de 2,99 t ha<sup>-1</sup> de bocashi con diferencias estadísticas significativas Butron, 2015; es decir que a la dosis más alta de abono orgánico bocashi en las condiciones ecológicas aumentaron los rendimientos hasta 12,75 t ha<sup>-1</sup>, superior a la dosis con menor cantidad del mismo. Butron, 2015

### **5.6. Variables con mayor peso en la respuesta a la fertilización con bocashi**

Altura de planta y rendimiento. Reyes (1991); Acosta, Hurtado, Arango & Salazar (2013); Ramos (2016), diámetro de tallo o pseudotallo Ramos (2016), número de hojas y materia seca Ramos (2016). Acosta, Hurtado, Arango & Salazar (2013) sustenta que altura de la planta y rendimiento, fueron las mejores variables de respuestas al efecto de abonos orgánicos incluyendo bocashi aplicado en cultivos de maíz; mientras que Ramos (2016) sostuvo que las variables de mayor importancia en su estudio fueron; altura, diámetro del pseudotallo, número de hojas y masa seca en plantas de plátano en condición de vivero. Ramos (2016) El análisis de diferentes tipos variable específicamente en altura en cultivo de maíz, indicando que existe una respuesta proporcional a la aplicación de las diferentes dosis del abono orgánico tipos bocashi, con alturas promedio de 213,83 y 202,50 cm respectivamente, las diferencias estadísticas respecto al testigo con fertilización química (165,85 cm) y al control sin fertilización 152,40 cm se consideraron significativa. Acosta, Hurtado, Arango & Salazar (2013). Los resultados promedio de altura de la planta obtenidos concuerdan con los del estudio de Mayea (1995). Los fertilizantes orgánicos realizados con la técnica del bocashi pueden contener bacterias ácido lácticas y fotosintéticas,

levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores, estos al ser suministrado al suelo dentro de un plan de fertilización, aumentan y estabilizan los microorganismos que captan diferentes tipos de elementos químicos estimulantes del desarrollo vegetal; Acosta, Hurtado, Orango, Alvares & Salazar (2013); FAO (2012); Acosta, Hurtado, Arango & Salazar (2013) además tienen un gran espectro de mineralizar sustancias orgánicas a los alrededores de las raíces, dejando elemento disponible para la planta de forma asimilables como nitrógeno, azufre, fósforo aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, enzimas y sustancias antioxidantes que a su vez influyen de manera eficaz en el crecimiento y desarrollo de las plantas, de esta forma estos inciden en mayores rendimientos en los cultivos. Acosta, Hurtado, Orango, Alvares & Salazar (2013); FAO (2012); Acosta, Hurtado, Arango & Salazar (2013).

### **5.7. Relación costo-beneficio [viabilidad de la propuesta]**

La relación costo-beneficio (B/C), es el índice neto de rentabilidad, valor que se obtiene al dividir el valor actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto. Relación costo-beneficio involucra López & Núñez (2017) de manera explícita o implícita, determinar el total de costos y beneficios de todas las alternativas para seleccionar la mejor o más rentable Díaz (2017). La fórmula para hallar el costo-beneficio es:  $B/C = (VAI) / (VAC)$ .

Barrios (2019) en su evaluación sobre el desarrollo vegetativo y productivo en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sustenta rendimiento, ingreso y costo-beneficio con diferentes fertilizantes orgánicos: (compost+harina de roca 6,989.5 Kg/Ha \$18,097.00, 1.31), (compost 6,463 Kg/Ha \$33,805.50, 1.91), (compost+EM foliar 7042.5 Kg/Ha, \$38,513.33, 1.99), (compost+EM edáfico 7,311.5 Kg/Ha \$26,264.00, 1.48) y (bocashi (7,416.5 Kg/Ha (\$ 41,064.89, 2.01). El tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el Bocashi con 7,416.5 Kg/Ha seguido el tratamiento Compost + EM edáfico 7,311.5 Kg/Ha, luego el tratamiento Compost + EM foliar 7042.5 Kg/Ha, Compost + Harina de roca 6,989.5 Kg/Ha y el tratamiento Compost obtuvo el menor rendimiento con 6,463 Kg/Ha. Según el precio en el mercado nacional del rubro en el momento de comercialización, el tratamiento que obtuvo mayor ingreso económico fue Bocashi (T5) con un ingreso neto de C\$ 41,064.89 con una relación costo – beneficio de 2.01 por cada córdoba invertido, seguido del tratamiento Compost +EM foliar (T3) con un ingreso neto de C\$ 38,513.33 con una relación costo – beneficio de 1.99 por cada córdoba invertido, el tratamiento Compost (T2) obtuvo un ingreso neto de C\$ 33,805.50 con una relación costo – beneficio de 1.91 por cada córdoba invertido, a continuación el tratamiento Compost + EM edáfico (T4) obtuvo un ingreso neto de C\$26,264.00 con una relación costo – beneficio de 1.48 por cada córdoba invertido y por ultimo tenemos al tratamiento Compost + Harina de roca (T1) que obtuvo un ingreso neto de C\$18,097.00 con una relación costo/beneficio de 1.31 por cada córdoba invertido. En la Tabla 2 se relacionan los costos-beneficios para cada uno de los abonos orgánicos. Barrios (2019)

**Tabla 2.** Relación Costo-Beneficio en el cultivo de maíz (*Zea mays*) con diferentes dosis y compost orgánicos

Tratamiento	Planta/Ha	Kg/Ha	Costo de producción CS	Ingreso Bruto CS	Ingreso Neto CS	Relación Beneficio-Costo
Compost+Harina de Roca	50000	6989.5	58787.50	76884.5	18097.00	1.31
Compost	50000	6463	37287.50	71093	33805.50	1.91
Compost+EM Foliar	50000	7042.5	38954.17	77467.5	38513.33	1.99
Compost+EM Edafico	50000	7311.5	54162.50	80426.5	26264.00	1.48
Bokashi	50000	7416.5	40516.67	81581.5	41064.83	2.01

Tasa de cambio oficial del dólar 30.41 Córdoba por 1 dólar, según Banco Central de Nicaragua

Fuente: Barrios (2019)

Castillo, Vargas (2007) reporta cotos-beneficio en bocashi con algunas variaciones de componentes en la formulación, del cual obtuvo como resultado una producción de 815.9 Kg, ingreso \$.146.86, y una relación costo-beneficio de \$.2.23 en el tratamiento # 2. La mayor producción de bocashi se alcanzó en el tratamiento T2 = 815.9 Kg. que contiene materiales de origen vegetal y animal (polvillo de arroz + aserrín de balsa + cascara de cacao + carbón vegetal + tamo de arroz + leguminosa + estiércol de ganado + pollinaza) Castillo, Vargas (2007) obteniendo ingresos de \$.146.86 bruto el más alto en relación a los otros tratamientos pero con un beneficio neto de\$.81.03 y una relación costo beneficio de \$.2.23 seguidos del T1=melaza, levadura de pan, polvillo de arroz, harina de concha, compost, suero de queso, aserrín de balsa, cascara de cacao, carbón vegetal, estiércol de ganado, pollinaza, tamo de arroz, leguminosa. Castillo, Vargas (2007) con ingreso de \$.143.15 con beneficio neto \$.71.32con un costo beneficio de \$1.99 de igual manera el T3=estiércol de ganado + pollinaza + polvillo de arroz + aserrín de balsa + melaza + levadura de pan + leguminosa Castillo, Vargas (2007) Con un ingreso de \$.143.02 con un beneficio neto \$.71.19 con un costo beneficio de\$.1.99 para el T4, obtuvo un ingreso de \$142.02 beneficio de \$.95.52y un beneficio costo de \$.2.41. A continuación, la tabla 3 presenta un análisis económico del rendimiento que se realizó en función de los costos de los tratamientos en estudio empleando la relación beneficio–costo. Castillo, Vargas (2007).

**Tabla 3.** Análisis económico de diferentes tipos de tratamientos de fertilizante orgánico tipo bocashi

Tratamientos	Cantidad Bokashi (Kg)	Ingreso (\$)	CostoVariable	Costo Total Tratamientos	Beneficio Neto	Relación Beneficio/Costo
T1	795.3	143.15	59.50	71.83	71.32	1.99
T2	815.9	146.86	53.50	65.83	81.03	2.23
T3	794.6	143.02	59.50	71.83	71.19	1.99
T4	789.6	142.02	46.50	58.83	95.52	2.41

Fuente: Castillo, Vargas (2007)

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Localización

La propuesta se desarrolló en las instalaciones de la residencia de la embajada británica, al norte de la ciudad de Bogotá. Bogotá se ubicada en las coordenadas 4°36'46"N 74°04'14"O, en la cordillera oriental de los Andes colombianos, a 2600msnm, en el centro de Colombia, tiene una longitud de 33km de nortea sur, y 16 km de oriente a occidente limitando al sur con los Departamentos del Meta y del Huila, al Norte con el municipio de Chía, al oeste con el río Bogotá y los municipios de Arbeláez, Cabrera, Cota, Funza, Mosquera, Pasca, San Bernardo, Sibaté, Soacha y Venecia del departamento de Cundinamarca (UNC, 2020). La residencia de la embajada se sitúa en la localidad de chapinero con carrera 10a # 87- 49 a una elevación sobre el nivel del mar de 2650 msnm y un área total promedio de 10000 m2.

### 6.1. Actividades para lograr el objetivo específico 1 [*Demostrar que el sustrato bocashi producido localmente cumpla con las normas de calidad (inocuidad y propiedades fisicoquímicas)*]

Para cumplir las normas de calidad, inocuidad y garantizar las propiedades fisicoquímicas del sustrato, se procedió a determinar:

1. Origen y calidad de los insumos: a) gallinaza y cascarilla de arroz, b) carbón vegetal, c) madera de bosque descompuesta y césped, d) cal agrícola, e) levadura, f) melaza.

2. Construcción y adecuación de un espacio físico con condiciones de asepsia para la producción del bocashi.
3. Conformación de un protocolo de fabricación con puntos de control.
4. Análisis y pruebas químicos y fisicoquímicas del producto final, en laboratorios reconocidos.
5. Análisis microbiológico del producto final en laboratorio certificado.

**6.2. Actividades para lograr el objetivo específico 2** [*Determinar los niveles óptimos de bocashi, que permita maximizar el rendimiento de hortalizas. Que necesitamos para determinar los niveles óptimos, para la determinación de niveles optimo se hará las siguientes actividades*]

1. Delimitación del área a sembrar. El área será de 15 m<sup>2</sup> para plantas de repollos, 2.16 m<sup>2</sup>, para plantas de brócoli, 9 m<sup>2</sup> para lechugas y habichuelinas.
2. Preparación del suelo donde a se va a incorporar el bocashi. Se hará una rigurosa remoción del suelo hasta sacar todo tipo de residuos.
3. Aplicación o incorporación del bocashi. Esta aplicación se hará en dosis de (20kg bocashi/2.16m<sup>2</sup>), (60kg bocashi/9m<sup>2</sup>), (60kg bocashi/9m<sup>2</sup>) y (80kg bocashi/ 15 m<sup>2</sup>), usando un diseño en vivero.

**6.3. Actividades para lograr el objetivo específico 3.** [*Identificar las variables de respuesta determinantes del rendimiento y calidad de hortalizas por efecto bocashi, para proponer su uso como indicadores*]

Variables a tomar por especie:

Variables de respuesta para repollo: (II) número de hojas, (II) Longitud de la hoja, (III) ancho de la hoja, (IV) peso de la pella, (V) rendimiento (Baldiviezo, 2018) y (vi) peso fresco (kg) (Parras, 2007).

Variables de respuesta para lechuga: (I) peso Fresco Foliar, (II) Pesos fresco radicular (g) (III) Rendimiento (Carnejo, 2021)

Variables de respuesta para habichuela: altura de las plantas [AP, (cm)], número de hojas por plantas [NH], número de vainas por planta [NVP], longitud de las vainas [LV, (cm)], masa fresca de las vainas (g) y el rendimiento agrícola (kg m<sup>2</sup>) (Nápoles, 2016)

Variables de respuesta para brócoli: rendimiento por unidad de cuadrado (kg) y rendimiento total por área sembrada (kg).

**6.4. Actividades para lograr el objetivo específico 4.** [*Determinar la viabilidad económica del bocashi en la producción de hortalizas, con base en las variables con mayor peso identificadas en el OE\_3*]

Para determinar la viabilidad económica de bocashi en la producción local de hortalizas se hará el cálculo de la relación costo/beneficio de la producción in situ de bocashi, lo cual se obtiene al dividir el valor actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el valor actual de los costos de inversión o costos totales (VAC).

#### 6.4.1. Ingresos totales netos

- a. Ingreso bruto {IB} también llamado ingreso total (IT), resulta de multiplicar la producción total (pt) por el precio del producto unitario {pu} (Baldiviezo, 2018)

$$IB = IT = pt \times pu$$

- b. Ingreso Neto (IN): también llamado utilidades, ganancias, etc., resulta de la diferencia existente entre el ingreso bruto (IB) y costos totales (CT) de producción (Baldiviezo, 2018)

$$IN = IB - CT.$$

La Tabla 4 muestra los precios de sustentación con valores de referencia para Colombia, para cinco especies hortícolas correspondiente a los semestres 2021-2 y 2022-1. El brócoli es la especie que presentó mejor estabilidad de valores sustentables para los periodos 2021-2 (\$4200) y 2022-1 (\$8000) dado que su variabilidad de precios identificado en el mercado específico para la ciudad de Bogotá D.C no superó el doble del mismo, las especies de repollo, lechuga y habichuelas también reflejan estabilidad de precios sustentable en el mercado debido a que su variabilidad de precios en los dos periodos fue aproximadamente de 600 pesos; y la habichuela; la lechuga fue la hortaliza que presentó más inestabilidad.

**Tabla 4.** Precio de sustentación (valor de referencia en pesos colombianos) para cada especie para la ciudad de Bogotá D.C

<b>Especies</b>	<b>Valor de sustentación</b>	<b>Periodo</b>	<b>(\$) Promedio</b>
Repollos	2000	2021-II	1673
	1346	2022-I	
Brócoli	4200	2021-II	6100
	8000	2022-I	
Habichuela	4167	2021-II	4500
	4833	2022-I	
Lechuga	2667	2021-II	3000
	3333	2022-I	

Fuente: DANE (2022)

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Inocuidad del bocashi

El protocolo de fabricación del biocompuesto incluye insumos, proveedores; y análisis fisicoquímicos y microbiológico mostrando trazabilidad, ausencia de Salmonella y valores seguros para coliformes y *E. Coli*. Se describe el origen y la calidad de los insumos utilizados para la producción local de bocashi y el protocolo de fabricación del biocompuesto con puntos de control; más los respectivos análisis microbiológico (en laboratorio certificado) del producto final obtenido.

La **Tabla 5 & 6** muestra análisis microbiológico del producto final (bocashi realizado) en las instalaciones del laboratorio de **AGROSAVIA** sede Bogotá D.C

DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACIÓN
Recuento de <i>E.coli</i> en abonos orgánicos. (AOAC 991,14).	UFC/g	Método AOAC 991,14	Menor a 100	
Recuento de coliformes totales en abonos orgánicos. (AOAC 991,14).	UFC/g	Método AOAC 991,14	5,00E+03	

**Tabla 5.** Determinación analítica de bacteria *E. Coli* por dos métodos del compost bocashi (Agrosavia)

Fuente (Agrosavia, 2022)

**Tabla 6.** Determinación analítica de salmonella sp del compost bocashi (Agrosavia)

DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACIÓN
Determinación de <i>Salmonella sp.</i> en abonos orgánicos.	Presencia/ Ausencia	NTC 4574	Ausencia	

Fuente (Agrosavia, 2022)

La **Tabla 7** muestra el análisis y pruebas químicos y fisicoquímicas del producto final (bocashi) realizado en las instalaciones del laboratorio de **AGROSAVIA** sede Bogotá D.C con dirección kilómetro 14 vía Mosquera.

**Tabla 7.** Análisis fisicoquímico del bocashi generado en el laboratorio de Agrosavia (Agrosavia)

DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO (EXTRACCIÓN/CUANTIFICACIÓN)	VALOR*
Fósforo (P2O5)	%	Plancha/ICP-OES	0,19
Cenizas	%	NTC 5167 / Gravimetría	36,95
Nitrógeno (N)	%	NTC 5167 Digestión y destilación por Kjeldahl / Volumetría	0,75
Contenido de Humedad	%	NTC 5167 / Gravimetría	42,99
Pérdidas por Volatilización	%	NTC 5167 / Gravimetría	20,07
Carbono Orgánico Oxidable (CO)	%	NTC 5403 modificada/Espectrofotometría	6,85
Capacidad de Retención de Humedad	%	NTC 5167 / Gravimetría	68,42
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	cmol(+)/Kg	NTC 5167 modificado Acetato de amonio 1N pH 7/Volumetría	26,87
Densidad	g/ 100 cm <sup>3</sup>	NTC 5167 / Gravimetría	0,61
pH	Unidades de pH	NTC 5167 modificado - Lectura directa en extracto pasta saturada/Potenciometría	7,07
Conductividad Eléctrica (C.E.)	dS/m	NTC 5167 modificado - Lectura directa en extracto pasta saturada / Conductimetría	11,79
Potasio (K2O)	%	Plancha/ICP-OES	0,21
Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)		Cálculo matemático a partir del valor de carbono orgánico y nitrógeno total	9,10

## 7.2. Niveles óptimos del bocashi

Los niveles óptimos de bocashi en Kg/m<sup>2</sup>, fueron: 9.25 para brócoli, 6.66 para habichuela y lechuga y 5.33 para repollo. Los niveles óptimos de bocashi por área asignada para cada especie al interior de la embajada, fueron: 20kg/2.16m<sup>2</sup> para brócoli, 60 kg/9m<sup>2</sup> para lechuga y habichuelinas y 80 kg /15 m<sup>2</sup> para repollo. El mayor rendimiento obtenido fue de 100.5 kg de repollo, seguido de las especies de lechuga y habichuela con un rendimiento total por áreas de 36kg para lechuga y 33,75 kg para habichuela. El menor rendimiento se obtuvo en el brócoli 2 kg. Los rendimientos obtenidos generaron un ingreso bruto total de COP\$440211.5, dando un beneficio de COP\$159032.5, debido a que la inversión para los materiales usados en la elaboración del abono orgánico tipo bocashi no superó el ingreso bruto COP\$281179.

las dosis por especie fueron diferentes y están sustentadas en pruebas piloto realizadas previamente (Anexo 1). La tabla 8 relaciona los rendimientos hortícolas de 4 especies en estudio

**Tabla 8.** Rendimiento de las especies hortícolas por cuadrado y total del área

<b>Especie</b>	<b>Rendimiento (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rendimiento total (kg)</b>
Repollos	6,7	100,5
Lechuga	4	36
Habichuela	3,75	33,75
Brócoli	1	2

Anexo 1. Dosis del compost orgánico, siembra en metros cuadrado y rendimiento total (prueba piloto)

<b>Especie</b>	<b>Bocashi (kg)</b>	<b>Área sembrada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Rendimiento total (kg)</b>
Repollos	32	6	40
Brócoli	25	4,2	0,5
Habichuela	13,32	2	5,5
Lechuga	12	2	6.6

### 7.3. Variables de respuesta por especie, determinantes del rendimiento

Las variables que se tuvieron en cuenta para identificar respuestas determinantes del rendimiento y calidad de las especies hortícolas en estudios se relacionan a continuación: a) variables de respuesta para repollo: longitud de la hoja, ancho de la hoja, rendimiento por unidad de cuadrado (kg) rendimiento total por el área sembrada, b) variables de respuesta para lechuga: rendimiento por unidad de cuadrado (kg) y rendimiento total por área sembrada (kg), c) variables de respuesta para habichuela: altura de las plantas (cm), número de hojas, rendimiento por unidad de cuadrado (kg) y rendimiento total por área sembrada, d) variables de repuestas para brócoli: rendimiento por unidad de cuadrado (kg) y rendimiento total por área sembrada. La Tabla 9 que se muestra a continuación relacionan los datos de las variables tomadas.

**Tabla 9.** Variables de respuesta por especie, determinantes del rendimiento y calidad final.

<b>Variables</b>	<b>Especies</b>			
	<b>Repollo</b>	<b>Lechuga</b>	<b>Habichuela</b>	<b>Brócoli</b>
Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	6,7	4	3,75	1
Rendimiento total (kg)	100,7	36	33,75	2
# de hojas promedios por plantas	No aplica	No aplica	30	No aplica
Longitud de hojas (cm)	25	No aplica	No aplica	No aplica
Ancho de la hojas (cm)	22	No aplica	No aplica	No aplica
Altura de la planta promedio(cm)	No aplica	No aplica	18,82	No aplica

#### 7.4. Viabilidad económica (relación costo beneficio)

La **Tabla 10** muestra área sembrada, rendimiento por unidad de cuadrado y rendimiento total para cada especie hortícola. La hortaliza que mejor respondió al rendimiento por unidad de cuadrado fue el repollo seguido de la lechuga y habichuela; el brócoli fue la especie de menor rendimiento comparado con las otras.

**Tabla 10.** Área sembrada, rendimiento por unidad de cuadrado y rendimiento total para cuatro especies de hortalizas

Especie	Área sembrada (m <sup>2</sup> )	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Rendimiento total (kg)
Repollos	15	6,7	100,5
Brócoli	2,16	1	2
Habichuela	9	3,75	33,75
Lechuga	9	4	36

##### 7.4.1. Ingreso bruto

El ingreso bruto para cada una de la especie de hortalizas en investigación se muestra en la **Tabla 11**. Siendo mayor ingreso seguido la habichuela a continuación la lechuga; el brócoli fue la especie de menor ingreso debido a su bajo rendimiento por unidad cuadrada

**Tabla 11.** Ingreso bruto para cada especie hortícola.

IB = IT = qt x pq	
Repollo	168136,5
Brócoli	12200
Habiecuela	151875
Lechuga	108000
Total	440211,5

##### 7.4.2. Ingreso neto

Los ingresos netos o ganancia de las especies en estudio se concentran la **tabla 12**. Esto ingreso se consideran ganancias significativas dado que del ingreso total quedan 40% libres.

**Tabla 12.** Ingresos netos o ganancias total de 4 especies de hortalizas

IN = IB – CT	
IN para las especies	159032,5

### 7.4.3. Análisis de costos

Costos Directos. Son específicamente identificables con un objetivo final de trabajo que directamente promueve la misión de una organización. Estos costos se encuentran frecuentemente como actividades directas en un proyecto o servicio que una organización realiza para generar ingresos, o alguna otra actividad (Alfredo, 2006).

Los costos indirectos. Son costos en común -costos conjuntos- que no son fácilmente identificables con objetivos finales. Dichos costos indirectos benefician - aunque indirectamente- a los financiadores que trabajan con la organización (Alfredo, 2006).

### 7.4.4. Costos totales directo

La **Tabla 13** relaciona los materiales, cantidad adquirida y precio de cada uno. La melaza y la gallinaza son los materiales con costos superiores seguido la cascarilla de arroz, la cal agrícola y el carbón tuvieron costos similares, pero la levadura fue el material con un menor costo en el mercado.

**Tabla 13.** Cantidad de materiales adquirido en el mercado

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad adquirida</b>	<b>Valor_unitario</b>	<b>Sub_total</b>
Galliza	5 (bulto)	80000	240000
Cascarilla de arroz	1 (bulto)	70000	60000
Melaza	40 (kg)	98000	98000
Cal agrcola	1 (bulto)	40000	40000
Carbón	4 (kg)	45000	180000
Levadura	1 (kg)	10000	10000
Cesped	4 (bulto)	0	0
Madera descompuesta	40 (kg)	0	0
<b>Total</b>		<b>343000</b>	<b>628000</b>

Los materiales y cantidad para la elaboración del sustrato bocashi se visualizan en la **Tabla 14**. El material que se usó en mayor cantidad fue césped seguido de la gallinaza a continuación la madera descompuesta; pero el carbón, cascarilla de arroz, melaza y levadura fueron los materiales de los cuales se usaron porciones en menor cantidad respectivamente

**Tabla 14.** Cantidad de materiales usados (gastado) para la elaboración del sustrato bocashi

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad usada</b>	<b>Valor_unitario</b>	<b>Sub_total</b>
Galliza	120 kg	80000	240000
Cascarilla de arroz	10 kg	12000	12000
Melaza	1 L	2579	2579
Cal agrcola	2 kg	16000	16000
Carbón	12 kg	9600	9600
Levadura	0,1 kg	1000	1000
Césped	200 kg	0	0
Madera descompuesta	40 kg	0	0
<b>Total</b>		121179	281179

**7.4.5. Costos indirectos**

Los costos indirectos que se relacionan con la ejecución del proyecto se describen en la **Tabla 15**. En dichos costos los servicios públicos fueron de mayor elevación con respecto a los otros.

**Tabla 15.** Gastos operativos relacionado con el proyecto

<b>Gastos indirecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Valor_unitario</b>	<b>Sub_total</b>
Gastos administrativos	Agua	12 meses	883870	10606440
	Energía	12 meses	3752710	45032520
	Internet	12 meses	300000	3600000
	Servicio de limpieza	12 meses	3600000	43200000
	Mantenimiento	12 meses	6000000	12000000
Pasante	Encargado del proyecto	12 meses	1062000	12744000
Personal de apoyo	Jefe del proyecto	12 meses	1900000	22800000
Análisi microbiológico	<i>Salmonella</i> y <i>E. coliforme</i>	20 días	298000	298000
	<b>Sub_total</b>		17796580	150280960
Impresvisto	10%	12 meses	2179658	25828096
	<b>Total</b>		19976238	176109056

Relación costo/beneficio = (VAI) / (VAC); entonces B/C= 440211,5/281179=1:6

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1. Inocuidad del bocashi

Los proveedores de los materiales e insumos para la elaboración del bocashi se ubican en su mayoría en el casco urbano de la ciudad de Bogotá y pocos fuera de esta. Los insumos de origen vegetal no deben contener sustancias químicas (resinas) que pueden eliminar los microorganismos benéficos requeridos para una rápida descomposición del mismo. Debe excluirse fuentes que contengan material vegetal de pino y/o eucalipto.

La calidad e inocuidad y propiedades fisicoquímicas del sustrato bocashi producido localmente se sustentó en análisis microbiológico y análisis físico-químico.

a) Análisis microbiológico. La (Tabla 5) muestra los resultados del recuento de *E. coli* y coliformes totales y el (Tabla 6) certifica la ausencia de salmonella, según Raman (2013) la calidad sanitaria de compost se determina a través de análisis microbiológicos, para ello se utilizan grupos indicadores de patógenos. Entre los más comúnmente usados están coliformes totales, *E. coli* y salmonella. De acuerdo al autor y a la (Tabla 1) donde el mismo muestra los límites de tolerancia microbiológica para cuatro (4) países y sus respectivas normas para control de la inocuidad y calidad de compost orgánico nuestros resultados microbiológicos cumplen estrictamente con lo establecido por las normas competentes según los diferentes países.

b) análisis físico-químico. Si se observa la (Tabla 7), las concentraciones de macronutrientes son bajas lo que concuerda con los resultados de la investigación de Marino (2020), en cuanto al parámetro de conductividad eléctrica (11.79 dS/m) de nuestro abono Bocashi comparado con el estudio de Jordán (2020) (24.8 dS/m), el valor es más bajo respecto a ese estudio realizado, el pH de nuestro abono Bocashi (7.07) está relativamente correspondiente a valores dentro del rango establecido, este valor del pH puede variar conforme se desarrolla la elaboración del abono Bocashi, esto se debe a que se va incrementando la actividad microbiana, degradación y mineralización de la materia orgánica que compone nuestro abono. Jordán (2020).

Diversas investigaciones concluyen que la capacidad de intercambio catiónico es una de las propiedades químicas de gran importancia, dado que es un buen indicador de la fertilidad Gómez (2015). Según Fernández (2006) la CIC que se encuentra entre 25-40 es considerada alta y con respecto a nuestros resultados obtenidos concuerda en el rango dado; es decir nuestro compost orgánico tiene una CIC alta, Pérez (2008) en su investigación sobre la caracterización físico-química y biológica de enmiendas orgánicas reporta para varios tipos de bocashi una humedad de 40 y 46.1% lo que concuerda con la humedad obtenida {42.99}.

La relación C/N es un importante indicador de descomposición de los abonos orgánicos y también un mineralizador de los nutrientes. El valor de C/N entre 8 y 20 es considerado como aceptable para los fertilizantes orgánicos. Mosquera, Melo, Quiroga, Avendaño, Barahona, Galindo,

Lanchero<sup>3</sup>, Prieto, Rodriguez & Sosa (2015), y el abono evaluado presentó la relación C/N <20. Por lo tanto, cumplen con las condiciones requeridas.

Castro (2009) afirma que los abonos con una mayor fracción mineral generan más cenizas, lo cual se evidencia en el bocashi 36.95% (Tabla 7).

## **8.2. Rendimiento de cuatro especies de hortalizas**

Los rendimientos fueron óptimos con la aplicación de Bocashi, (2kg /2.16m<sup>2</sup>) para brócoli, (33,75 kg /9m<sup>2</sup>) para habichuela (36kg /9m<sup>2</sup>) para lechuga y (100,5 kg / 15 m<sup>2</sup>) para repollo. Si comparamos Lima (2015), reporta para Brócoli un rendimiento de 18,820.5 kg/ha equivalente a 4.06kg/2,16 m<sup>2</sup>, Monzón (2005) en su trabajo de investigación sustenta rendimiento de 17.79 ton/ha para habichuela que equivale a 17790 kg/ha y 16,011kg/9 m<sup>2</sup>, García (2017) sustenta para lechuga un rendimiento de 13177,6 kg/ha equivalente a 11,85 kg/9 m<sup>2</sup> y Obreso (2016) obtuvo un rendimiento total en repollo de 51,64 ton/ha que equivale a 51000,64 kg/ha y 76kg/15 m<sup>2</sup> y Oliva (2017) quien alcanzó un rendimiento de 36 ton/ha equivalente a 36000kg/ha. y 54kg/15 m<sup>2</sup>, en correspondencia a los resultados obtenidos en nuestra investigación podemos decir que son superiores a los que reportan los autores en excepción del brócoli. Las dosis de bocashi (60 kg/9m<sup>2</sup>) y (80 kg / 15 m<sup>2</sup>) tuvieron un efecto al rendimiento de las hortalizas, siendo superior a la dosis de (20kg /2.16m<sup>2</sup>) presentando una diferencia de 30 y 90 %, lo que indica que es un abono que favorece al suelo facilitando la disponibilidad de los nutrientes asimilados por las plantas para su óptimo desarrollo. Según la investigación podemos afirmar que este tipo de abono se hace proporcional ciertas variables como; rendimiento y altura.

Los rendimientos hortícolas en Kg/m<sup>2</sup>, fueron: de 1 kg para brócoli, 3.75 para habichuela, 4 para lechuga y 6.7 para repollo, los cuales presentaron superioridad a los reportados por. Monzón (2005) 1.77kg/m<sup>2</sup> habichuela, García (2017) 1.32 kg /m<sup>2</sup> para lechuga finalmente Obreso (2016) y Oliva (2017) sustentaron 3,6 y 5,06 kg/m<sup>2</sup> para repollo; sin embargo, Lima (2015) reportó 1.85kg/m<sup>2</sup> para brócoli con una diferencia del resultado obtenido en 0,85kg.

Los resultados combinados de rendimiento, calidad e inocuidad de las hortalizas producidas en esta prueba permiten extender el uso de la técnica a especies hortícolas complementarias incluidas en la dieta, como: cebolla Tokio, cebolla cabezona, papa sabanera, ruibarbo, calabacín, acelgas, apio, pimentón, jalapeño, cilantro, remolachas entre otras.

Boudet (2017) evaluó el efecto de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en tomate en condiciones agroecológicas, reportando que el rendimiento de racimos por planta, cantidad de frutos por planta y la masa promedio de los frutos alcanzaron su mayor valor con la dosis aplicada de 2,99 t ha<sup>-1</sup> de bocashi con diferencias estadísticas significativas Butron (2015); es decir que a la dosis más alta de abono orgánico bocashi en las condiciones ecológicas aumentaron los rendimientos hasta 12,75 t ha<sup>-1</sup>, superior a la dosis con menor cantidad del mismo. Butron (2015). Por otro lado, los siguientes autores sustentan respecto a alturas. Antomarchi (2015)

reporta que La aplicación de diferentes dosis del bocashi influye positivamente en la altura de las plantas de pimiento (*Capsicum annuum L.*) que alcanzaron valores promedios que oscilaron entre 45 y 57 cm, con diferencias estadísticas entre ellas; la mayor altura corresponde a las plantas tratadas con la dosis de 2,78 tha-1. Mientras que Butron (2015) afirma que la mejor altura de plantas de frijol evaluado a 75 días de la siembra fue 58,2 cm por efecto de incorporaciones de 15 t. ha-1 de bocashi

De acuerdo con los resultados obtenidos por los autores confirman que el abono orgánico tipo bocashi influye positivamente en el rendimiento y altura de las plantas; es decir el mismo es proporcional a estas variables.

### **8.3. Variables**

Longitud de la hoja, ancho de la hoja y rendimiento para repollo Baldiviezo (2018), Rendimiento para lechuga Carnejo (2021), numero de hojas [NH], altura [A] y el rendimiento Nápoles (2016) y rendimiento para brócoli Lima (2015). Dichos autores tomaron en cuenta estas variables para la determinación del rendimiento. Pagalo (2007) estudió el efecto de 10 t de bocashi equivalente a 1 kg/ m<sup>2</sup> para tres híbridos de repollo. En el resultado destacó en el ancho (21,1 cm) y longitud (22,4 cm) de la hoja, y un rendimiento de 64160 tn/ha equivalente a 6.4 kg/m<sup>2</sup>; si comparamos los resultados obtenidos que muestra la tabla 9 respecto al repollo podemos decir son mayor con mínimas diferencias. Para la altura promedio en la especie de habichuela Monzón (2005) reporta su máximo crecimiento por el efecto del bocashi de 14 cm, siendo el obtenido superior al reportado (Tabla 7). En correspondencia a las variables evaluadas para la determinación del rendimiento se pueden considerar como indicadores para calidad y rendimiento de hortalizas.

### **8.4. Viabilidad económica**

Según el precio en el mercado de Bogotá de las especies (Tabla 4) el mayor ingreso económico fue para el repollo (Tabla 9) con un ingreso bruto de COP\$ 161.137,5 seguido de las habichuelas con COP\$ 151.875 y lechugas con \$ 108.000, a continuación, el brócoli con COP\$ 12.200. estos ingresos son considerados significativo debido a que deja un margen de ganancias de COP\$ 159.032,5 (Tabla 12).

## **CONCLUSIONES**

El bocashi elaborado cumple con las normas de calidad. Los resultados obtenidos en este desarrollo, indican que el bocashi elaborado in situ cumple con las normas de calidad (inocuidad y no trazabilidad). La calidad e inocuidad del sustrato bocashi producido localmente cumple estrictamente con los límites de tolerancia microbiológica según las normas que establecidas.

Los niveles óptimos de bocashi presentan características y ventajas frente a otras fertilizantes químicos y orgánicos, ya que al liberar nutrientes maximizaron el rendimiento de estas. Los niveles óptimos de bocashi en Kg/m<sup>2</sup>, fueron: 9.25 para brócoli, 6.66 para habichuela y lechuga y 5.33 para repollo; mejorando los rendimientos por unidad de área [6.7 kg para repollo, 4 kg para lechuga, 3.75 kg para habichuela y 1 kg para brócoli].

La respuesta de las variables incluidas en la actividad, es directamente proporcional al nivel de bocashi, hasta llegar a valores máximo óptimo por especie hortícola. La dosis de mayor efecto para repollo fue 80kg bocashi/ 15m<sup>2</sup> arrojando un rendimiento total de 100.5kg, seguido de las especies de lechuga y habichuela con dosis de (60kg bocashi/9m<sup>2</sup>) y un rendimiento total de (36 kg para lechuga y 33,75 kg para habichuela); el menor rendimiento en las especies hortícolas se obtuvo en el brócoli 2 kg.

El bocashi es viable para la producción de hortalizas en condiciones cerradas; y los rendimientos totales fueron satisfactorios. Los rendimientos hortícolas por unida sembrada fueron de 100.5 kg de repollos, seguido de las especies de lechuga y habichuela con (36 kg para lechuga y 33,75 para habichuela); el menor rendimiento en las especies hortícolas se obtuvo en el brócoli con 2 kg. Considerándose buena debido a que los egresos COP\$ 281.179 no superaron los ingresos COP\$ 440.211 si no que dejaron un margen de ganancias de COP\$ 159.032.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J., Hurtado, A., Arango, O., Álvarez, D., & Salazar, C. (2013). *Efecto de abonos orgánicos a partir de subproductos del fique en la producción de maíz*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 94-102.
- Acosta, J., Hurtado, A., Orango, O., Álvarez, D y Salazar, C. (2013). *Efectos de abonos orgánicos a partir de subproductos de fique e la producción de maíz*.
- Alfredo, O. A., y Guillermo, R. (2006). *Estructuración de costos: Conceptos y Metodología*. Pact Usa.
- Antomarchi, A., Calderón, V. E. C., Fabrè, T. B., y Gómez, G. G. (2015). *Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.) var. California Wonder*. *Centro Agrícola*, 42(4), 5-9.
- Baldiviezo, A. I. (2018). *Efecto de concentración y frecuencia del biol en el desarrollo del cultivo de repollo (Brassica pekinensis) en ambientes atemperados en el municipio de Achocalla de la provincia Murillo (Doctoral dissertation)*.
- Bermeo, R. L. (2018). *Elaboración de Bocashi como alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos del matadero y mercado del distrito de Chulucanas-Morropón*.
- Berrios, B. M., y Villegas Ruiz, E. C. (2020). *Eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo, Moquegua*.
- Boudet Antomarchi, A., Boicet Fabrè, T., Durán Ricardo, S., & Meriño Hernández, Y. (2017). *Efecto sobre el tomate (Solanum lycopersicum L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas*. *Centro Agrícola*, 44(4), 37-42.
- Boudet, A., Calderón, V, E., Boicet, T y Gómez., G. (2015). *Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (Capsicum annum L.) var. California Wonder* *Effects of different doses of organic fertilizer type bocashi in morphological and productive indicators of pepper crop (Capsicum annum L.) var. California Wonder*
- Butron Cardenas, D. M. (2015). *Aplicaciones de bocashi y te de compost en el rendimiento de frejol (Phaseolus vulgaris l.) Var. Canario en condiciones del Valle de siguas Arequipa*.
- Castillo Navarro, L. J., y Vargas Zamora, L. O. (2007). *Estudio comparativo de tres formas de producción de Bocashi elaborados en el Campus Agropecuario UNAN-León (Doctoral dissertation)*.
- Castillo Ochoa, M. R. (2013). *Efecto del tiempo de fermentación de residuos animales y vegetales en la elaboración de Bokashi en la zona de Quevedo (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ)*.
- Castro, A., Henríquez, C. y Bertsch, F. (2009). *Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos*. *Agronomía Costarricense*. 33: 31-43

- Castro., E, M. (2022) *Determinación de la efectividad del lombricompostaje en la estabilización de lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Celendín*. Cajamarca Perú
- Cornejo, M. J., y Barahona, A. G. (2021). *Fases lunares y su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de cultivos orgánicos de frijol, lechuga y remolacha*.
- De la Fuente Salcido, Norma Margarita; CORONA, José Eleazar Barboza. (2010). *Inocuidad y bioconservación de alimentos*. Acta universitaria, vol. 20, no 1, p. 43-52.
- FAO. 2012. *Abono bocachi para mejorar la resistencia de cultivos ante heladas en Bolivia*. Disponible en: <http://teca.fao.org/es/technology/abono-bocachipara-mejorar-la-resistencia-de-cultivosante-heladasen-bolivia>.
- Fernández Linares, L.C., Rojas Avelizapa, N.G., Roldán Carrillo, T.G., Ramírez Islas, M.E., Zegarra Martínez, H.G., Uribe Hernández, R., Reyes Ávila, R.J., Flores Hernández, D., Arce Ortega, J.M. (2006): *Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados*.
- García Aguirre, A. A. (2017). *Evaluación del efecto de dos tipos de abonos orgánicos edáficos en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa) en la zona de Babahoyo (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2017)*.
- García, N. C., y Arostegui Alfaro, N. Z. (2020). *Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de Allium cepa*.
- González, V., y Pomares, F. (2008). *La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Madrid.
- Jordán Llave, F. D. L., y Pizarro Zegarra, M. Z. (2020). *Elaboración de abono tipo bocashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria*.
- López, O y Núñez, E, E. (2017) *Determinación de las pérdidas técnicas, a nivel de primario en el alimentador guaranda - chimbo de la subestación guaranda perteneciente a la cnel - bolívar, para mejorar la calidad del servicio"*
- Lozano D. R. (2021). *Elaboración De Un Sistema De Compostaje Tipo "Bocashi" Para Pasturas Usando Residuos Orgánicos*. Finca Los Pinos De Pacho–Cundinamarca (Doctoral dissertation).
- Mayea, S. *Efectividad de la Inoculación artificial y con estiércol vacuno en la elaboración de compost (Biotierra)*. Centro Agrícola, p. 28-33
- Merino Baron, J. A., y Yahuara Suarez, L. Y. (2020). *Biofertilización a través del "bocashi" para la mejora de la producción de culantro (Coriandrium Sativum) Y RABANITO (Raphanus sativus)*, PAKUY 2019.
- Monzón, M. R., Ortiz, R. S., Selva, E. P., y alemán, R. (2005). *Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela*. Centro Agrícola, 32(1), 71.

- Mosquera, A. T., Melo, M. M., Quiroga, C. G., Avendaño, D. M., Barahona, M., Galindo, F. D., y Sosa, D. N. (2015). *Evaluación de fertilización orgánica en café (Coffea arabica) con pequeños productores de Santander, Colombia* Evaluation of organic fertilizers in coffee (Coffea arabica), in small holdings of Santander, Colombia.
- Nápoles-Vinent, S., Garza-Borges, T., y Reynaldo-Escobar, I. M. (2016). *Respuesta del cultivo de habichuela (Vigna unguiculata L.) var. Lina a diferentes formas de aplicación del Pectimorf®*. Cultivos tropicales, 37(3), 172-177.
- Oliva, M., Chávez, J. C. N., Huamán, E. H., Tafur, S. K. O., y Silva, R. C. (2017). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el rendimiento de repollo Corazón de Buey (Brassica oleracea) en Chachapoyas, Amazonas*. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 1(3), 20-27.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). 2012. *Manejo del suelo: producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales*. Boletín 56, (online)
- Ortega, P. (2012). *Elaboración del bocashi sólido y líquido*. Disponible en: <http://www.dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/>
- Págalo Tacuri, H. M. (2007). *Efectos del humus de lombriz y bocashi, en tres híbridos de col (brassica oleracea), en la parroquia Calpi, Provincia del Chimborazo*.
- Pérez, A., Céspedes, C., y Núñez, P. (2008). *Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana*. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, 8(3), 10-29.
- Porras Alemán, F. J. (2007). *Evaluación de dosis de fertilización nitrogenada y densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo de repollo (Brassica oleraceae, var capitata L.) híbrido Izalco (Doctoral dissertation*. Universidad Nacional Agraria, UNA).
- Raman, P., Martínez, M. y Pantoja, A (2013). *Manual de compostaje del agricultor Experiencia en América latina*. Santiago de Chile
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., Cabrera Rodríguez, A., Martín Alonso, G. M., & Fernández Chuaerey, L. (2016). *Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero*. Cultivos Tropicales, 37(2), 165-174.
- Ramos C.D et. (2016). *Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero*.
- Remo. D & Terry. (2014). *Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas*. Ministerio de Educación Superior. Cuba
- Reyes, I. y Gamboa, J. (1991). *Efecto de la materia orgánica en la solubilidad de la roca fosfórica*. Rev. Fac. Agron., 17, p. 381-395

Ríos, W. (2015). *Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del Sacha Inchi (Piukenetia volubilis L.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de Daniel Alomía Robles, Huánuco. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Huánuco, Perú.*

Torres Leguizamo, W. P., González Rodríguez, B. D., Nieto Castilla, D. P., Sierra Tabares, A., & Castro, J. D. (2021). *Plan de auditoria para el programa de auditoria panadería Damaris.*