



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de investigación previo a
la obtención del título de ingeniero
agronomo

Título de proyecto de investigación

“Elaboración de bocashi utilizando microorganismos en diferentes dosis, preparado con estiércol
y residuos vegetales en el cantón Quevedo.”

Autor:

Albarracín Macías kleber Raúl

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

Ing. Agrop. Cesar Ramiro Bermeo Toledo M.Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **ALBARRACÍN MACÍAS KLEBER RAÚL** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal De Quevedo, puede hacer uso de derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en la ley de propiedad intelectual, y por la normativa institución vigente.

KLEBER RAÚL ALBARRACÍN MACÍAS

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Agrop. M.Sc. Cesar Ramiro Bermeo Toledo de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Albarracín Macías Kleber Raúl, realizó el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo titulado **“Elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en diferentes dosis, preparado con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.

Ing. Agrop. Cesar Ramiro Bermeo Toledo M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito Ing. Agrop. Cesar Ramiro Bermeo Toledo M.Sc., docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director de Proyecto de Investigación titulado “**Elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en diferentes dosis, preparado con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo**”, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Kleber Raúl Albarracín Macías**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 9%.

URKUND	
Documento	ALBARRACIN URKUND.docx (D56260552)
Presentado	2019-09-30 10:49 (-05:00)
Presentado por	cbermeo@uteq.edu.ec
Recibido	cbermeo.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	ALBARRACIN Mostrar el mensaje completo
9% de estas 37 páginas, se componen de texto presente en 9 fuentes.	



Urkund Analysis Result

Analysed Document: ALBARRACIN URKUND.docx (D56260552)
Submitted: 9/30/2019 5:49:00 PM
Submitted By: cbermeo@uteq.edu.ec
Significance: 9 %

Sources included in the report:

1432785816_464_Tesis-52-Ingenier%2525C3%2525ADa-Agron%2525C3%2525B3mica-CD-173.pdf (D14601587)
Chong Qui - Proyecto de Investigacion.pdf (D52227646)
<https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>
f81bd97-d0bc-40f5-9fbd-13e40dbc9073
4ee97bd0-dbb8-4544-a02d-b6cdb4f61631
e29056d9-1949-49ba-8a0f-0e53af6be87f
01b7fd28-0d7d-4aec-ac7e-6d2b1bca2267
d37cce4f-1759-42de-ba61-5d7e61f30cde
2248d9f6-d5de-4c45-8100-f7f3c1797718

Instances where selected sources appear:

39

Ing. Agrop. Cesar Ramiro Bermeo Toledo M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en diferentes dosis, preparado con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Aprobado por:

Dr. Hayron Fabricio Canchignia Martínez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Moisés Arturo Menace Almea M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos- Ecuador
2019

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento a las personas que hicieron posible la culminación de la presente investigación.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, institución digna que me cobijo entre sus aulas como estudiante y forjó mis conocimientos durante la etapa de formación profesional.

Le agradezco a mi Director de tesis, Ing. Cesar Ramiro Bermeo Toledo, a las autoridades y personal docente, por su apoyo, enseñanza y estimulación para la exitosa culminación de este trabajo de investigación.

Al Dr. Hayron Fabricio Canchignia Martínez presidente del tribunal, Ing. Luis Tarquino Llerena Ramos miembro del tribunal y al Ing. Moisés Arturo Menace Almea miembro del tribunal, por su guía y correcciones de este trabajo de investigación.

También a mis estimados amigos de aula y al grupo del laboratorio que han formado parte de mi vida académica con quien quedo eternamente agradecido por su amistad y compañía en los buenos y malos momentos.

A mis padres y hermanos que de una u otra forma hicieron posible cumplir esta meta en mi vida.

Kleber Raúl Albarracín Macías

DEDICATORIA

Le agradezco a Dios por darme fuerzas, salud y permitirme lograr una meta más en mi vida.

Este logro se los dedico a mis maravillosos padres Cesar Albarracín y Margarita Macías por ser un apoyo incondicional, ya que, con sus esfuerzos, amor y confianza, permitieron culminar mis estudios para poder ser un profesional.

A mis hermanos Miguel y Ariel Albarracín que me apoyaron física y emocionalmente para poder superarme.

A mis familiares y amigos por ese apoyo muy especial compartieron sus conocimientos y así hacer realidad el sueño de ser un profesional.

RESUMEN EJECUTIVO

Anualmente, el desconocimiento de los agricultores por el mal uso de insumos químicos y el manejo inadecuado de residuos agrícolas se convierten en un potencial de contaminación ambiental; con aparición de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal. Tuvo como objetivo elaborar Bocashi con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo aplicando microorganismos en diferentes dosis. Se estudiaron dos factores, siendo el factor A: tres tipos de microorganismos, el cual uno de ellos se adquirió de la Asociación de Graduados EARTH-ECUADOR, conocido comercialmente como EM•1® en la producción de microorganismos locales se realizó dos tipos de captura; El factor B: tres dosis diferentes el cual consistía en la dosis baja ($0,12 \text{ L/m}^3$), media ($0,25 \text{ L/m}^3$), y alta ($0,50 \text{ L/m}^3$), para sacar la dosificación baja, media y alta se partió con la dosis local y comercial que se encuentra en $0,25 \text{ L/m}^3$, con una solución de los microorganismos al 5%. Se logró determinar mediante el ensayo de capturas de microorganismos, que el mejor sitio de origen son los sembríos de caña guadua con la posición del capturador boca arriba, obteniendo mayor cantidad de microorganismos benéficos como *Trichodermas spp*, *Saccharomyces spp*; en la dilución de 1gr de muestra en 100 ml de agua, recuperando 370 μl de la solución madre, presentó hasta la 1^{-3} y 1^{-4} dilución bacterias como *Lactobacillus spp* y *Pseudomona spp*. Se determinó que el mayor contenido de nitrógeno, potasio y calcio con 0,70%, 0,55%, 0,97%; así como también, las mejores características para un abono de buena calidad con un pH de 7,0, relación carbono/nitrógeno con 12,88% y presentando la mayor relación de peso con 32,73 kg, las presentó el tratamiento de microorganismos de la captura uno con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$. La mayor concentración de micro elementos como zinc con 66,0 ppm y hierro con 842 ppm la presentó el tratamiento comercial con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ y el mayor contenido de boro con 25 ppm y cobre con 38 ppm fue la aplicación del microorganismo comercial con dosis de $0,25 \text{ L/m}^3$. Los costos de producción en el bocashi con aplicación de microorganismos de la captura uno con una dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ se convirtió en el mejor tratamiento con un total de \$ 0,72 de utilidad marginal en comparación con el tratamiento comercial y el testigo sin aplicación.

Palabras claves: Microorganismos, Bocashi, Artesanal, Endémico, abono orgánico, macro y micronutrientes.

ABSTRACT

Annually, the ignorance of the farmers due to the misuse of chemical inputs and the improper handling of agricultural residues become a potential for environmental pollution; with the appearance of new diseases that affect human and animal health. The objective was to prepare Bocashi with manure and plant residues in the Quevedo canton by applying microorganisms in different doses. Two factors were studied, being factor A: three types of microorganisms, which one of them was acquired from the Association of Graduates EARTH-ECUADOR, commercially known as EM • 1® in the production of local microorganisms, two types of capture were made ; Factor B: three different doses which consisted of the low dose (0.12 L / m³), medium (0.25 L / m³), and high (0.50 L / m³), to get the low dosage, Medium and high was split with the local and commercial dose found at 0.25 L / m³, with a 5% solution of the microorganisms. It was possible to determine by means of the test of captures of microorganisms, that the best site of origin is the guadua cane crops with the position of the captor facing up, obtaining a greater amount of beneficial microorganisms such as *Trichoderma spp*, *Saccharomyces spp*; in the dilution of 1gr of sample in 100 ml of water, recovering 370 µl of the stock solution, bacteria such as *Lactobacillus spp* and *Pseudomonas spp*. It was determined that the highest content of nitrogen, potassium and calcium with 0.70%, 0.55%, 0.97%; as well as, the best characteristics for a good quality fertilizer with a pH of 7.0, carbon / nitrogen ratio with 12.88% and presenting the highest weight ratio with 32.73 kg, were presented by the treatment of microorganisms of Capture one with doses of 0.50 L/m³. The highest concentration of micro elements such as zinc with 66.0 ppm and iron with 842 ppm was presented by commercial treatment with doses of 0.50 L/m³ and the highest boron content with 25 ppm and copper with 38 ppm was the application of Commercial microorganism with a dose of 0.25 L/m³. Production costs in the bocashi with application of microorganisms from capture one with a dose of 0.50 L/m³ became the best treatment with a total of \$ 0.72 of marginal utility compared to commercial treatment and witness without application.

Keywords: Microorganisms, Bocashi, Endemic, Commercial, organic fertilizer, macro and micronutrients.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLA	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5

CAPITULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Teórico	7
2.1.1. Agricultura orgánica del Ecuador.....	7
2.1.2. La agricultura orgánica.....	7
2.1.3. Agroecología	7
2.1.4. Abonos orgánicos	8
2.1.5. Los microorganismos eficientes (EM)	9

2.1.5.1. Bacterias fototrópicas	11
2.1.5.2. Bacterias ácido lácticas	11
2.1.5.3. Levaduras	12
2.1.5.4. Actinomicetos.....	12
2.1.5.5. Hongos fermentadores.....	12
2.1.5.6. Ventajas de la adición de microorganismos al abono	13
2.1.6. Bocashi	13
2.1.6.1. Importancia del bocashi.....	14
2.1.6.2. Recomendaciones para el manejo.....	15

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ubicación del experimento.....	20
3.2. Tipo de investigación	20
3.3. Método de investigación.....	20
3.4. Fuentes de información	20
3.5. Material genético	20
3.6. Factores en estudio	21
3.7. Tratamientos estudiados	21
3.8. Diseño experimental	23
3.9. Equipos y materiales.....	24
3.9.1. Equipos	24
3.9.2. Materiales	25
3.10. Manejo del experimento	27
3.10.1. Captura de microorganismos eficientes.....	27
3.10.2. Aislamiento e identificación de microorganismos	28
3.10.2.1. Preparación de medios de cultivos	28
3.10.2.2. Esterilización	28
3.10.2.3. Aislamiento e identificación de bacterias	29
3.10.2.4. Aislamiento e identificación de hongos.....	30
3.10.2.5. Aislamiento e identificación de levaduras.....	31
3.10.3. Elaboración del bocashi.....	31
3.10.4. Determinación de la materia orgánica	32
3.11. Variable de estudio	32
3.11.1. Temperatura.....	32

3.11.2. Humedad.....	33
3.11.3. Relación del peso de la muestra inicial y el peso final.....	33
3.11.4. Relación carbono- nitrógeno	33
3.11.5. Análisis químico.....	34
3.11.6. Análisis económico	34
3.11.6.1. Incremento del rendimiento.....	34
3.11.6.2. Valor del incremento	35
3.11.6.3. Costos de tratamiento.	35
3.11.6.4. Costos variables.....	35
3.11.6.5. Costo marginal.....	36
3.11.6.5. Utilidad marginal.....	36

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	38
4.1.1. Identificación de microorganismos	38
4.1.2. Temperatura.....	41
4.1.3. Humedad	41
4.1.4. Relación del peso de la muestra inicial y el peso final.....	44
4.1.5. Materia orgánica.....	45
4.1.6. Relación carbono- nitrógeno	45
4.1.7. Análisis químico.....	47
4.1.8. Análisis económico	50
4.2. Discusión	52

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	56
5.2 Recomendaciones.....	57

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.

6.1 Bibliografía.....	59
-----------------------	----

CAPITULO VII. ANEXOS

7.1 Anexos.....	65
-----------------	----

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1.	Tratamientos, códigos y descripción de las dosis de microorganismos aplicados al Bocashi.	22
Tabla 2.	Esquema del Análisis de Varianza.	23
Tabla 3.	Características de la Unidad Experimental.	23
Tabla 4.	Equipos de campo para la elaboración de Bocashi, captura y multiplicación de Microorganismos utilizados en los tratamientos.	24
Tabla 5.	Equipos de laboratorio para la purificación e identificación de Microorganismos.	25
Tabla 6.	Materiales de campo para la elaboración del Bocashi.	25
Tabla 7.	Materiales de campo para la multiplicación de microorganismos.	26
Tabla 8.	Reactivos de laboratorio para la purificación e identificación de los microorganismos.	26
Tabla 9.	Variedad de especies de Microorganismos recuperados según el lugar de origen y posición del capturador.	40
Tabla 10.	Materia orgánica (%), en evaluación a la interacción de tres diferentes microorganismos en tres diferentes dosis a las pilas de Bocashi.	45
Tabla 11.	Relación Ca/N (%), en evaluación a la interacción de tres diferentes microorganismos en tres diferentes dosis a las pilas de Bocashi.	46
Tabla 12.	Resultados del análisis Químico en la elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en dosis diferentes.	50
Tabla 13.	Análisis económico de cada uno de los tratamientos en estudio de la interacción de tres diferentes Microorganismos en tres diferentes dosis a las pilas de Bocashi.	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Comportamiento de la temperatura en las pilas de Bocashi con la aplicación de sus respectivas dosis de Microorganismos.	43
Gráfico 2.	Comportamiento de la Humedad (%) en periodos a la aplicación de sus respectivas dosis de Microorganismos en el Bocashi.	44
Gráfico 3.	Relación de peso (Kg), en evaluación a la interacción de tres diferentes.	44
Gráfico 4.	Porcentaje de macro elementos del análisis Físico-Químico en la elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en dosis diferentes.	67
Gráfico 5.	Porcentaje de micro elementos del análisis Físico-Químico en la elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en dosis diferentes.	67

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Identificación visual de microorganismos capturados según sus colores de colonia al colonizar el arroz.	38
Imagen 2.	Microorganismos identificados procedentes de las capturas en cacaoteras, cañaverales y plantaciones de leguminosa (guabas). M. Vista macroscópica. 40X. Vista microscópica (Objetivo 40 x).	39
Imagen 3.	Captura de microorganismos eficientes en tres diferentes zonas A (cacaoteras), B (cañaverales) y C (plantaciones de Guabas).	68
Imagen 4.	Recipiente capturador utilizado en la investigación.	68
Imagen 5.	Aislamiento, purificación e identificación de hongos, levaduras y bacterias presente en las capturas de microorganismos.	68
Imagen 6.	Reproducción masiva y conservación de los microorganismos capturados.	69
Imagen 7.	Elaboración de bocashi a base de raquis de banano, estiércol de vaca, cal, tierra común, carbón y panca de maíz.	69
Imagen 8.	Análisis químico del INIAP de los tratamientos.	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis del diseño. Asignación de los tratamientos y repeticiones empleados en campo por una tabla de números aleatorios.	65
Anexo 2.	Registro de temperatura, humedad, relación de peso, materia orgánica, relación Ca/N y pH.	66
Anexo 3.	Resultado de las variables estudiadas de cada tratamiento.	67

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en diferentes dosis, preparado con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo”.		
Autor:	Albarracín Macías Kleber Raúl		
Palabras clave:	Microorganismos Bocashi	Endémico Comercial Abono orgánico	Macro y micronutrientes Análisis económico
Fecha de publicación:			
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2019		
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>Anualmente, el desconocimiento de los agricultores por el mal uso de insumos químicos y el manejo inadecuado de residuos agrícolas se convierten en un potencial de contaminación ambiental; con aparición de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal. Tuvo como objetivo elaborar Bocashi con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo aplicando microorganismos en diferentes dosis. Se estudiaron dos factores, siendo el factor A: tres tipos de microorganismos, el cual uno de ellos se adquirió de la Asociación de Graduados EARTH-ECUADOR, conocido comercialmente como EM•1® en la producción de microorganismos locales se realizó dos tipos de captura; El factor B: tres dosis diferentes el cual consistía en la dosis baja (0,12 L/m³), media (0, 25 L/m³), y alta (0,50 L/m³), para sacar la dosificación baja, media y alta se partió con la dosis local y comercial que se encuentra en 0.25 L/m³, con una solución de los microorganismos al 5%. Se logró determinar mediante el ensayo de capturas de microorganismos, que el mejor sitio de origen son los sembríos de caña guadua con la posición del capturador boca arriba, obteniendo mayor cantidad de microorganismos benéficos como <i>Trichodermas spp</i>, <i>Saccharomyces spp</i>; en la dilución de 1gr de muestra en 100 ml de agua, recuperando 370 µl de la solución madre, presentó hasta la 1⁻³ y 1⁻⁴ dilución bacterias como <i>Lactobacillus spp</i> y <i>Pseudomona spp</i>. Se determinó que el mayor contenido de nitrógeno, potasio y calcio con 0,70%, 0,55%, 0,97%; así como también, las mejores características para un abono de buena calidad con un pH de 7,0, relación carbono/nitrógeno con 12,88% y presentando la mayor relación de peso con 32,73 kg, las presentó el tratamiento de microorganismos de la captura uno con dosis de 0, 50 L/m³. La mayor concentración de micro elementos como zinc con 66,0 ppm y hierro con 842 ppm la presentó el tratamiento comercial con dosis de 0,50 L/m³ y el mayor contenido de boro con 25 ppm y cobre con 38 ppm fue la aplicación del microorganismo comercial con dosis de 0,25 L/m³. Los costos de producción en el bocashi con aplicación de microorganismos de la captura uno con una dosis de 0,50 L/m³ se convirtió en el mejor tratamiento con un total de \$ 0,72 de utilidad marginal en comparación con el tratamiento comercial y el testigo sin aplicación.</p>		
Descripción:	Hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URI:			

INTRODUCCIÓN

Anualmente, se produce cantidades considerables de residuos de cosechas, pero cierta parte es aprovechada, 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 al no conocen alternativas para darles un uso adecuado.

El Bocashi es un bono orgánico producido por la descomposición y fermentación de residuos vegetales y animales, que en condiciones adecuadas de humedad y temperatura permite aportar nutrientes esenciales y mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo. Con la inoculación de microorganismo al abono orgánico, en una enmienda de suelo compiten por micro espacios y energía con los microorganismos patógenos que se encuentran en la zona de las raíces de las plantas.

La investigación se realizó en el campus experimental “La María” perteneciente a la universidad técnica estatal de Quevedo ubicada en el cantón Mocache. Se empleó el diseño bloques completos al azar con arreglo factorial de $A \times B + 1$, para elaborar Bocashi con estiércol y residuos vegetales aplicando Microorganismos en diferentes dosis.

El mejor sitio de origen para la captura de microorganismos endémicos son los sembríos de caña guadua con la posición del capturador boca arriba presentaron gran cantidad de hongos benéficos como *Trichodermas spp*, *Saccharomyces spp*, *Lactobacillus spp* y *Pseudomona spp*; con el tratamiento de microorganismos de la captura uno (boca arriba) con dosis de 0, 50 L/m³, obtuvo mayores concentraciones de nitrógeno, potasio y calcio con 0,70%, 0,55%, 0,97%; así como también, las mejores características para un abono de buena calidad con un pH de 7.0, relación carbono/nitrógeno con 12,88%.

El manejo inadecuado y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación, una de las razones por la que se elaboró este trabajo fue evitar la aparición de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal, que tienen relación directa con el manejo inadecuado de los residuos orgánicos.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador la agricultura actualmente presenta dificultades, debido a la contaminación existente de los suelos por el mal uso de insumos químicos, que generan degradación y la disminución de las poblaciones de microorganismos; no solo afectando al suelo sino también a las personas que día a día están en contacto con dichos productos, estos tienden a estar propensos a enfermedades.

El manejo inadecuado de los mal llamados “desechos” y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación, con aparición de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal, que tienen relación directa con el manejo inadecuado de los residuos orgánicos.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál dosis de Microorganismos genera la mejor respuesta de Bocashi elaborados con estiércol y residuos vegetales?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Qué Bocashi tendrá mayor contenido de macro y micro elementos en función de los tratamientos?

¿Qué tratamiento tendrá el menor costo de producción?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Elaborar Bocashi con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo aplicando Microorganismos en diferentes dosis.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el sitio de origen que brinde las mayores concentraciones de microorganismos
- Determinar el Bocashi con mayor contenido de macro y micro elementos
- Evaluar los costos de producción de cada tratamiento

1.3. Justificación

En el Ecuador como en diferentes países los abonos orgánicos minimizan las altas aplicaciones de insumos químicos agrícolas, que tienen efectos perjudiciales para el suelo y el ser humano, por lo tanto, la actual investigación persigue el siguiente objetivo.

Elaborar Bocashi con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo aplicando Microorganismos en diferentes dosis, se orienta a potenciar a la agricultura orgánica, bajo la premisa de coadyuvar al mejoramiento agronómico, socioeconómico y ambiental; mediante la producción limpia con un adecuado uso de residuos agrícolas.

La presente investigación se realizó con el propósito que permita la utilización del Bocashi con inclusión de Microorganismos, en la producción de calidad con rentabilidad adecuada que mejore la calidad de vida de los productores y consumidores.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Agricultura orgánica del Ecuador

Si bien la agricultura orgánica aun esta baja en el Ecuador, se registra en los últimos años un incremento importante de esta modalidad de cultivos, especial mente en los pequeños productores, señalo Israel Baca, coordinador general de inocuidad en alimentos en la Agencia de Regulación y control Fito y Zoosanitario.

En el país tenemos que el 0.8% de los periodos agrícolas se dedican a la producción orgánica en este caso poseemos 13.500 productores orgánicos, en los cuales son 500 productores individuales y 62 grupos con 13.000 productores pequeños. En este caso el 98% de productores representan al sector de agricultura familiar campesina (Baca , 2018).

2.1.2. La agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un tipo de producción que evita o incluye en gran parte el uso de sintéticos, pesticidas, reguladores de crecimiento y aditivos. También puede definirse como la agricultura apropiada a las particularidades de los sistemas que se desarrollan y con los cuales guardan estrechas relaciones armónicas (Scialabba & Hattam, 2003).

El sistema de producción que mantiene la salud de los suelos, ecosistemas y personas es la agricultura orgánica. Basándose en procesos ecológicos, ciclos adaptados a condiciones locales y diversidad biológica; en lugar de usar insumos con efectos adversos. Para ayudar el ambiente compartido, promover relaciones justas y mejorar la calidad de vida a todos los implicados la agricultura orgánica combina tres factores tradición, innovación y la ciencia (FiBL & IFOAM, 2011)

2.1.3. Agroecología

El enfoque que incorpora la Agroecología es de una agricultura más ligada al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. A esto podría llamarse el uso normativo

o prescriptivo del término agroecología, porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola.

En un sentido más restringido, la agroecología se refiere al estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo, tales como relaciones depredador/presa, o competencia de cultivo/maleza.

En el centro de la Agroecología está la idea que un campo de cultivo es un ecosistema dentro del cual los procesos ecológicos que ocurren en otras formaciones vegetales, tales como ciclo de nutrientes, interacción depredadora/presa, competencia, comensalía y cambios sucesiones, también se dan (Altieri, Hecht, Liebman, & Magdoff, 1999).

La agroecología posee en su semántica un inclinado peso hacia la ecología e invita a pensar en el estudio de fenómenos netamente ecológicos dentro del campo de cultivo. Esta fue la idea dominante en las primeras definiciones que se formularon a principios y mediados del siglo XX y ha sido notada también por varios autores (González de Molina, 2011).

En efecto, la revisión histórica que realizaron (Wezel & Soldat, 2009) indica que fue un agrónomo ruso, Bensin, quien en 1930 sugirió por primera vez el término “agroecología” para describir el uso de métodos ecológicos en la producción comercial de cultivos, idea que transmitieron otros zoólogos, agrónomos, fisiólogos o ecólogos que se ocuparon del tema en esta fase temprana de su desarrollo, en distintos aspectos de manejo de plaguicidas, biología de suelos, interacciones de biocenosis de insectos, zoología y cartografía

Una excepción a esta visión fue la de (Klages, 2012) quien, sin utilizar la palabra “agroecología” trata la distribución de plantas cultivadas sobre bases fisiológicas y analiza los factores ecológicos, tecnológicos, socioeconómicos e históricos que influyen en la producción. Para muchos autores, Klages es el padre de la agroecología.

2.1.4. Abonos orgánicos

El material resultante de la degradación natural efectuada por los microorganismos presentes en el medio son los abonos orgánicos, transformándolos aportan nutrimentos al suelo y a las

plantas que se desarrollan en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos vegetales y animales, que pueden ser tanto aeróbico como anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Libreros & Salamanca, 2012).

Los abonos orgánicos forman un elemento crucial para la regulación de diversos procesos relacionados con la productividad agrícola; las funciones principales son, como cobertura o mulch, sustrato o medio de cultivo, mantenimiento originales de niveles de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes; teniendo un aspecto de gran importancia en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, Monsalve, & Forero, 2010).

(Restrepo Rivera , 2001) Señala que los abonos orgánicos, pueden ser sin procesar y procesados; dentro de los primeros, se mencionan las excretas animales, desechos vegetales y abonos verdes. Entre los procesados se encuentran el Compost, Bocashi, Lombricompost, ácidos húmicos, abono líquido fermentado (biol), te de estiércol.

Los abonos aportan nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas), que al incorporarla en el suelo ejercerá distintas reacciones tales como: (Herrán, Torres, & Martínez, 2008).

El periodo de transición para que un suelo sea orgánico oscila entre los 3 a 5 años, dependiendo del manejo previo del suelo y de los factores medio ambientales, puede extenderse hasta los 8 años. Los costos en el manejo del suelo aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma tendremos plantas y frutos de mejor calidad (Legazpi, García, Panduro, & Mumford, 2007).

2.1.5. Los microorganismos eficientes (EM)

El profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón, en la década de los 70 desarrollo los microorganismos eficientes (EM). Se encuentra conformado teóricamente por tres diferentes tipos de organismos esenciales que

son: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería. Inicialmente este producto fue desarrollado para el mejoramiento del suelo y el tratamiento de residuos agropecuarios, además se ha extrapolado su aplicación al campo del tratamiento de aguas (Higa T. , 1996).

Los EM promueven la germinación, crecimiento, florecimiento, fructificación y maduración de las plantas cultivadas, realza la capacidad fotosintética de las plantas, incrementa la eficiencia de la materia orgánica y la liberación de mayores cantidades de nutrientes a las plantas como fertilizante a su vez desarrolla resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, suprime patógenos y plagas del suelo, destruye insectos dañinos y plagas, pero no organismos benéficos y desarrolla la inmunidad interna a la plantas, realzando su resistencia natural (Shintani, Leblac, & Tabora, 2000).

Entre los beneficios del uso de microorganismos en la agricultura están su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la descomposición de residuos orgánicos, la desintoxicación con plaguicidas, la supresión de enfermedades en las plantas, el aporte de nutrientes al suelo y la producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. La efectividad en el uso de microorganismos se logra cuando se dan las condiciones óptimas para metabolizar los sustratos, como disponibilidad de agua, oxígeno, pH y temperatura, así como la disponibilidad de fuentes energéticas (Martinez & Dibut, Biofertilización y producción agrícola sostenible. Retos y perspectivas., 2002).

Estos microorganismos se clasifican en grandes grupos funcionales como: grupo ácido láctico, bacterias fotosintéticas, grupo de las levaduras, grupo de los actinomicetos y hongos, Sus funciones en el suelo son: Fijación del nitrógeno atmosférico, descomposición de desechos orgánicos y residuos, supresión de microorganismos patógenos del suelo, reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, degradación de tóxicos incluyendo pesticidas, producción de antibióticos y otros componentes bioactivos, producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de las plantas, formación de complejos de metales pesados para su absorción limitada por las mismas, solubilizarían de fuentes de nutrientes insolubles y la producción de polisacáridos para mejorar la agregación del suelo (Pérez, 2010).

Los principales efectos del EM en área agrícola son los siguientes:

- Promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas.
- Mejora la capacidad fotosintética de las plantas.
- Ayuda a las plantas a desarrollar resistencia a plagas y enfermedades.
- Suprime algunos patógenos que habitan en el suelo.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante.
- Solubiliza nutrientes en el suelo.
- Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, tanto por aplicación directa de EM como a través de la incorporación de compost o Bocashi.
- Acelera la descomposición natural de los residuos de cosecha dejados en el campo (Margulis.et.al, 2014).

Los principales microorganismos de los EM son los siguientes:

2.1.5.1. Bacterias fototrópicas

Son un grupo de microbios independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos utilizando como fuentes de energía la luz solar y calor del suelo. (Martinez, 2016).

2.1.5.2. Bacterias ácido lácticas

Estas bacterias producen ácido láctico de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fototrópicas y levaduras. El ácido láctico actúa como un compuesto esterilizante fuerte suprimiendo microorganismos patógenos y ayuda a remover efectos no deseables de

la materia orgánica no descompuesta (Martinez, Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible., 2016).

2.1.5.3. Levaduras

Ayudan a la sintonización de sustancias anti-microbiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de las plantas; un ejemplo de este microorganismo es *Saccharomyces spp* (Arias, 2010).

2.1.5.4. Actinomicetos

Son bacterias Gram-positivas que crecen comúnmente por formación de filamentos tienen una estructura intermedia entre las bacterias y hongos, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica generan sustancias antimicrobianas como: proteasas, quitinasas y lipasas, suprimen hongos y bacterias patogénicas. Los actinomicetos pueden convivir con la bacteria fotosintética. Así, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana (Correa, 2008).

2.1.5.5. Hongos fermentadores

Los hongos de fermentación actúan en la descomposición rápida de la materia orgánica para producir:

- Alcohol
- Esteres
- sustancias antimicrobianas

Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos cada una de las especies contenidas en el EM (bacteria ácido lácticas, levaduras, bacterias fototrópicas, actinomicetos y hongos de fermentación) tiene su propia o importante

función. Las bacterias fotosintéticas son el pivote del EM, pues soportan las actividades de los otros microorganismos (Arias, 2010).

2.1.5.6. Ventajas de la adición de microorganismos al abono

- Aceleración del incremento de las temperaturas, manteniéndose en la etapa termofílica el proceso, independiente de la aireación y las condiciones ambientales.
- Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evitando la descomposición de la materia orgánica por oxidación en la que se liberan gases generadores de olores molestos (sulfurosos, amoniacales y mercaptanos). Adicionalmente, evita la proliferación de insectos vectores, como moscas, ya que estas no encuentran un medio adecuado para su desarrollo.
- Incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante, ya que durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias bioactivas, hormonas y minerales solubles, que, al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas, químicas y microbiológicas.
- Acelera el proceso de compostaje a una tercera parte del tiempo de un proceso convencional (Oisca, 2009).

2.1.6. Bocashi

Bocashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. Este abono se deja descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal o vegetal. Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrientes (Shintani, Leblac, & Tabora, 2000).

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados, como el Bocashi se entiende como un proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones

de microorganismos que existen en los propios residuos (Bejarano & Restrepo, 2002), manifiesta que en condiciones controladas producen un material parcialmente estable de lenta descomposición, capaz de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir al suelo (Ramos & Terry, 2014).

Algunas ventajas que presenta el proceso de elaboración del abono orgánico fermentado Bocashi son: se inhibe la generación de gases tóxicos lo que evita malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evita inicios de putrefacción, facilita el manejo, almacenamiento, transporte y disposición.

La reducción de los costos de producción, en razón que el precio de los fertilizantes sintéticos es alto comparado con el costo del Bocashi, permite mejorar la rentabilidad de los cultivos, reduce el riesgo de contaminación de suelo, aire, agua y contribuye a la conservación del suelo, disminuye el calor ambiental y protege la biodiversidad y protección del medio ambiente (FAO, 2011). Entre las desventajas se mencionan el tiempo para la elaboración y manejo, si no se maneja adecuadamente se produce mal olor, microorganismos patogénicos, insectos dañino, aparte que se requiere conocimientos mínimos para su elaboración (Ortega , 2012).

2.1.6.1. Importancia del bocashi

Las razones por que se pueden extender fácilmente por Centroamérica y otros países, es porque la producción de abonos orgánicos es de bajo costo, sin embargo, es importante la atención de las tecnologías apropiadas en cada zona.

El interés de los investigadores está enfocado hacia la exportación de varias alternativas y entre ellas el bocashi cuyo manejo en sistemas de producción hasta en un 80% (Restrepo Rivera , 2001).

El Bocashi ofrecen al suelo mejores condiciones de sanidad contribuyendo una gran cantidad de microorganismos como: hongos, bacterias, actinomicetos, cuando se presenta una alta velocidad de fermentación aeróbica, en comparación con los fertilizantes minerales los contenidos totales de macro elementos son bajos, la relación entre los elementos es balanceada, de acuerdo a las proporciones y a los elementos que el agricultor utilice en la

elaboración estas pueden ser modificada y mejorar la calidad del proceso realizado (Restrepo Rivera & Hensel, 2010).

Las ventajas más importantes que se señalan al respecto de este abono, es las dosis que utilizan a la aplicación, se logra suministrar a la planta los micro elementos en forma soluble y se genera un micro ambiente de pH 6,5 a 7,0 biológico favorable para la absorción radicular; Otra ventaja representativa es que los microorganismo aplicados compitan por micro espacios y energía con los microorganismos patógenos que se encuentran en la zona de las raíces de las planta (Luna & Vázquez, 2009).

Midiendo sus efectos sobre el desarrollo y producción de los cultivos se puede valorar la calidad de un compostaje (Bissala & Payne , 2006). De esta forma, en relación con la producción y el empleo de Bocashi, se ha encontrado un incremento en los rendimientos en cultivos, así como mejoras del tamaño de los frutos cosechados (Quevedo & Rodríguez, 202).

2.1.6.2. Recomendaciones para el manejo

Las prácticas que se pueden realizar para reducir las pérdidas de nitrógeno son:

- Manejar una adecuada relación C: N,
- Evitar temperaturas demasiado altas
- Acelerar la actividad microbiana inicial
- Mantener el pH en un rango adecuado
- En algunos casos disminuir la aireación del proceso.

Otros factores que pueden favorecer la pérdida de nitrógeno es la desnitrificación (el paso de nitratos a formas más reducidas de nitrógeno), que se ve favorecida por condiciones de reducción y pH por debajo de 4.5 o por encima de 7.5.

Las condiciones de reducción, o falta de oxígeno son ocasionados por falta de volteo frecuente o por humedades muy altas en la compostera. Materiales como la broza de café o la pulpa de naranja que salen del proceso con humedad de hasta el 90%, deben ser volteadas en los días iniciales del proceso de compostaje más frecuentemente para reducir el contenido de humedad inicial (Soto, 2003).

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

- Protegerlo del sol, el viento y las lluvias.
- Almacenarlo bajo techo en un lugar fresco.
- Envasarlo en sacos de polipropileno.
- No guardarlo más de dos meses (Mendoza Davalos, 2016)

Temperatura

Con la mezcla de los componentes comienza el aumento de la actividad microbiológica del abono. La temperatura debe presentarse superiores a 45 a 55°C después de 14 horas del haberse preparado (Restrepo, 1996).

Depende de la actividad microbiológica y de la mezcla de los materiales; si la mezcla es buena, a las 14 horas de preparado la temperatura debe subir.

Una temperatura de 50 °C es un buen indicador. Si sube a más de 70 °C es demasiado y se debe enfriar, volteando la mezcla amontonada con la pala, haciéndola más baja y ancha, o remojándola si no está muy húmeda.

A altas temperaturas, grandes cantidades de microorganismos benéficos mueren en el proceso y otros no actúan. Hay diversos termómetros útiles para medir esta temperatura, pero si no se tienen se aprende a valorar con un machete y el tacto (FONCODES, 2010)

Humedad

La humedad óptima para el proceso del abono es de un 50 % a un 60 % en relación con el peso de la mezcla. Si está muy seco, la descomposición es muy lenta (disminuye la actividad de los microorganismos).

Si está muy húmedo, falta oxígeno y puede haber putrefacción de los materiales, ya que el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico (sin oxígeno). El resultado será una mezcla de mal olor y textura muy suave por el exceso de agua (FONCODES, 2010).

Aireación

La presencia de oxígeno es necesario asegurar para el correcto progreso del compostaje, tomando en cuenta que los microorganismos que intervienen son aerobios. En el aire de sus espacios libres las pilas de compostaje muestran porcentajes variables de oxígeno: la parte superior contiene casi tanto oxígeno como el aire entre un porcentaje de 18 al 20%; el contenido de oxígeno en el interior va disminuyendo, mientras que se presenta el aumento del dióxido de carbono, en una profundidad mayor de 60 cm el contenido de oxígeno puede estar en rangos de 0,5 y 2% (Ekinci, Keener, Elwell, & Michel, 2014).

El exceso de ventilación podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos (Zhu, 2006).

Uno de los factores más importante en la descomposición es la aireación es una variable de operación muy importante y la que más incide en los costes de operación, ya que suponen el 32-46% de los costes totales. La medida de la concentración de oxígeno requiere equipos costosos, pero puede también realizarse de una manera indirecta mediante las medidas de temperatura y humedad (Kulcu & Yaldiz, 2004).

Durante el proceso de maduración no deben hacerse aportaciones adicionales de oxígeno, ya que una excesiva aireación podría dar lugar a un consumo de los compuestos húmicos formados y a una rápida mineralización de los mismos (Tomati, Madejon, & Galli, 2000).

pH

El pH tiene una influencia directa en el compostaje debido a su acción sobre la dinámica de los procesos microbianos. En muchos trabajos se usa esta variable para estudiar la evolución del compostaje. Sin embargo, su medida, que se realiza en el laboratorio sobre el extracto acuoso de las muestras tomadas en las pilas, es sólo una aproximación del pH “in situ” (Sundberg, Smårs, & Jönsson, 2004).

Durante la fase inicial se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos. Eventualmente, esta bajada inicial del pH puede ser muy pronunciada si existen condiciones anaeróbicas, pues se formarán aún más cantidad de ácidos orgánicos. En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas (Sánchez-Monedero, Roig, Paredes, & Bernal, 2001).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ubicación del experimento

El ensayo se llevó a cabo en la localidad de Quevedo, en el campus Experimental “La María”, ubicada en el Km. 7 de la Vía Quevedo - El Empalme, cuyas coordenadas geográficas son: 79° 47', longitud Occidental y 01° 32' de latitud Sur, a 75 msnm, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.2. Tipo de investigación

El proyecto de investigación fue de tipo experimental. Para la evaluación de las variables y lograr identificar los resultados, se realizó la captura, identificación, multiplicación artesanal y aplicación de tres diferentes dosis de microorganismos en el bocashi, preparado con estiércol y residuos vegetales.

3.3. Método de investigación

El método utilizado fue el deductivo partiendo de los objetivos planteados y la obtención de informaciones anteriores de literaturas y ensayos sobre microorganismos aplicados en diferentes dosis al abono orgánico sólido (Bocashi) donde se obtienen conclusiones para una posible generalización.

3.4. Fuentes de información

La información recolectada del trabajo de investigación se obtuvo de varias fuentes primarias mediante la medición de las variables dependientes y de la observación directa, así también como de fuentes secundarias: libros, artículos científicos, internet y revistas.

3.5. Material genético

Se utilizaron tres tipos de Microorganismos el cual uno de ellos se adquirió de la Asociación de Graduados EARTH-ECUADOR, conocido comercialmente como EM•1®.

En la producción de microorganismos locales se realizó dos tipos de captura (la captura uno con el capturador boca arriba y la captura dos con el capturador boca abajo), se siguió la

metodología propuesta por (Rincón Vásquez, 2015), que se ejecutó en el campus experimental “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.6. Factores en estudio

Se estudiaron dos factores aplicados al Bocashi elaborado con estiércol y residuos vegetal; A (Tipos de microorganismos) y B (Dosis de microorganismos)

Factor A:

- Microorganismo comercial
- Microorganismos capturado local 1 (boca arriba)
- Microorganismos capturado local 2 (boca abajo)

Factor B:

Las siguientes dosis se aplicaron tanto para los microorganismos comerciales como para los microorganismos endémicos capturados.

- Dosis baja = 0,12 L/m³
- Dosis media = 0,25 L/m³
- Dosis alta = 0,50 L/m³

Para sacar la dosificación baja, media y alta se partirá con la dosis local y comercial que se encuentra en 0.25 L/m³, con una solución de microorganismo al 5%.

3.7. Tratamientos estudiados

Los tres tipos de microorganismos utilizados en la investigación tanto el comercial como los microorganismos endémicos capturados con la posición del capturador boca arriba (uno) y con la posición del capturador boca abajo (dos) se activaron al 5%; para ello se utilizó 3 litros de microorganismos, más 3 litros de melaza y 54 litros de agua obteniendo 60 litros de microorganismos activados.

Dosis baja La aplicación de la dosis baja es 0.12 L/m³, como se obtuvo 0.5 m³ de Bocashi, el cual por una regla de tres simple el resultado fue de una dosis de 60 ml de microorganismos activado.

$$\frac{0.12 L}{x} \times \frac{1m^3}{0.5 m^3} = 0.06 L \frac{1000 ml}{1 L} = 60 ml$$

Dosis media La aplicación de la dosis media es 0.25 L/m³, como se obtuvo 0.5 m³ de Bocashi, por lo tanto, el resultado fue de una dosis de 125 ml de microorganismos activado.

$$\frac{0.25 L}{x} \times \frac{1m^3}{0.5 m^3} = 0.125 L \frac{1000 ml}{1 L} = 125 ml$$

Dosis alta La aplicación de la dosis alta es 0.50 L/m³, como se obtuvo 0.5 m³ de Bocashi, por lo tanto, obteniendo una dosis de 250 ml de microorganismos activado.

$$\frac{0.50 L}{x} \times \frac{1m^3}{0.5 m^3} = 0.25 L \frac{1000 ml}{1 L} = 250 ml$$

La aplicación de tres tipos diferentes de microorganismos (comercial como los de la captura uno y dos) en tres diferentes dosis comprendió 10 alternativas o tratamientos que se describen a continuación:

Tabla 1. Tratamientos, códigos y descripción de las dosis de microorganismos aplicados al Bocashi.

Tratamientos	Descripción	Dosis
T1	Comercial	0,12 L/m ³
T2	Comercial	0,25 L/m ³
T3	Comercial	0,50 L/m ³
T4	Captura uno	0,12 L/m ³
T5	Captura uno	0,25 L/m ³

T6	Captura uno	0,50 L/m ³
T7	Captura dos	0,12 L/m ³
T8	Captura dos	0,25 L/m ³
T9	Captura dos	0,50 L/m ³
T10	Testigo sin aplicación	

Elaborado: Kleber Albarracín

3.8. Diseño experimental

Se empleó el diseño BCA (bloques completos al azar) con arreglo factorial de A x B (3 x 3 + 1) con tres repeticiones. Para comparar los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Tukey al 95% de probabilidad; Para la asignación de los tratamientos y repeticiones se empleó una tabla de números aleatorios.

Tabla 2. Esquema del Análisis de Varianza

Fuentes de variación.	Grados de libertad
Repeticiones	2
Microorganismos	2
Dosis	2
Microorganismos * dosis	4
Error	17
Total	26

Elaborado: Kleber Albarracín

Tabla 3. Características de la Unidad Experimental

Número de unidades experimentales	28
Ancho de la UE	1 m
Largo de la UE	1 m

Espacio entre UE	1 m
Espacio entre repeticiones	2 m
Área total del ensayo	253 m ²
Largo	11 m
Ancho	23 m

Elaborado: Kleber Albarracín

3.9. Equipos y materiales

Los equipos y materiales que se presentan a continuación se utilizaron en la en la fase de campo para la captura de microorganismos endémico en diferentes sitios de cultivo, y para la elaboración del bocashi; también se presentan los materiales usados en la fase de laboratorio para la purificación e identificación de microorganismos capturados.

3.9.1. Equipos

Tabla 4. Equipos de campo para la elaboración de Bocashi, captura y multiplicación de Microorganismos utilizados en los tratamientos.

Equipos	Unidad	Cantidad
Azadón	Unidad	1
Trinche	Unidad	1
Pala	Unidad	1
Machete	Unidad	1
Balde	Unidad	2
Tarrinas plásticas	Unidad	42
Tela de nylon	Paquetes	5
Ligas	Paquete	2

Elaborado: Kleber Albarracín

Tabla 5. Equipos de laboratorio para la purificación e identificación de Microorganismos.

Equipos	Unidad	Cantidad
Auto-clave	Unidad	1
Estufa	Unidad	1
Balanza	Unidad	1
Agitador	Unidad	1
Microscopio	Unidad	1
Porta objetos y cubre objetos	Paquete	1
Refrigerador	Unidad	1
Frasco schott	Unidad	2
Erlemmeye	Unidad	7
Parafilm	Royo	1
Cajas Petri	Paquete	1
Computador	Unidad	1
Cámara de flujo laminar	Unidad	1

Elaborado: Kleber Albarracín

3.9.2. Materiales

Tabla 6. Materiales de campo para la elaboración del Bocashi.

Materiales	UE (Kg)	Total (Kg)
10 cm de panca de maíz	6	168
Lámina de carbón	1.1	30.8
10 cm de tierra	36	1008
Lámina de cal	0.2	5.6
10 cm de estiércol de vaca	19	532
20 cm de raquis de banano	33	924
SUMA	95.3	2668.4

Elaborado: Kleber Albarracín

Tabla 7. Materiales de campo para la multiplicación de microorganismos.

Materiales	Unidad	Total
Arroz	gr	113
Melaza	L	20
Levadura	gr	250
Yogurt natural	L	1.25
Salsa de soya.	gr	250
Polvillo de arroz	kg	11.3

Elaborado: Kleber Albarracín

Tabla 8. Reactivos de laboratorio para la purificación e identificación de los microorganismos.

Reactivos	Volumen (ml)	Unidad	Cantidad requerida
Agar Papa Dextrosa	500	gr	19.5
Tinción de Gram		Equipo	1
King B Solido			
Fosfato de potasio di-básico (K ₂ HPO ₄)	500	gr	0.75
Sulfato de magnesio (MgSO ₄)	500	gr	0.75
Peptona	500	gr	10
Agar	500	gr	7.5
Agua	500	ml	Volumen
King B Liquido			
Fosfato de potasio di-básico (K ₂ HPO ₄)	500	gr	0.75
Sulfato de magnesio (MgSO ₄)	500	gr	0.75
Peptona	500	gr	10
Glicerol	500	gr	7.5
Agua	500	ml	Volumen

Elaborado: Kleber Albarracín

3.10. Manejo del experimento

3.10.1. Captura de microorganismos eficientes

En la captura de microorganismos locales, se empleó la metodología propuesta por (Rincón Vásquez, 2015) con el siguiente procedimiento:

- En las tarrinas de plástico se colocó 113 gramos de arroz cocinado, las tarrinas se taparán con tul asegurado con la liga. Cada tarrina se constituye en un capturador, se prepararon 42 capturadores para elevar la diversidad microbiológica, misma que se ubicaron en huertas de cacao, sembríos de caña guadua y leguminosa (guaba).
- Los capturadores se situaron en un hoyo que la parte superior del capturador quede a nivel del suelo y con un nivel de humedad adecuado, se instalaron 14 trampas por cada medio, 7 boca arriba y 7 boca abajo, se cubrieron con una capa del material orgánico del lugar hasta alcanzar los 20 centímetros y con hojas de banano para evitar el exceso de agua por las lluvias, se procedió a realizar un riego al contorno para garantizar la humedad adecuada cuidando que no se seque hasta completar ocho días.
- Luego de los ocho días se recogen las tarrinas del campo y se procede a sacar una muestra de 0.2 kilogramos la cual se las llevó al laboratorio de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, las tarrinas se pasaron a un tanque, al que se le añadió 1 litro de melaza diluida (20 mililitros de melaza pura en 0.98 litros de agua obteniendo), se homogeniza hasta completar los 20 litros, se tapó y se colocó una trampa de fermentación para evitar que se estalle, se fermentara por 5 días.
- Al quinto día se tomó 10 litros del fermentado y se pasa a otro balde de 20 litros al que se le incrementó 250 gramos de levadura disueltos previamente en 2 litros de agua, un litro de melaza diluida, 250 mililitros de yogurt natural, se llenó con agua y se fermentaron por 10 días, de este último fermentado se despojó 10 litros y se instaló en un recipiente de 200 litros, se agregó 10 litros de melaza diluida, 1000 ml de yogurt natural, 250 gr de salsa de soya y 11.3 kg de polvillo de arroz con el fin de mantener los microorganismos hasta el día en que se los utilizo para su aplicación al bocashi.

- Para la activación de los tres tipos de microorganismos utilizados en la investigación, se activaron al 5%; para ello se utilizó 3 litros de microorganismos, más 3 litros de melaza y 54 litros de agua obteniendo 60 litros de microorganismos activados, esta última se utilizó como EM para inocular a los Bocashi, una vez que se obtuvo se distribuyó homogéneamente 60 mililitros (dosis baja), 125 mililitros (dosis media) y 250 mililitros (dosis alta) en cada una de las unidades experimentales del ensayo.

3.10.2. Aislamiento e identificación de microorganismos

Para el aislamiento e identificación de microorganismos se lo realizó en las instalaciones del laboratorio de microbiología la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.10.2.1. Preparación de medios de cultivos

Para la preparación de medios de cultivos se utilizaron los reactivos descritos detalladamente en la (Tabla 8).

Se utilizó frasco schott graduado donde primero se disolvieron las sales y después se colocaron los demás reactivos para cada uno de los medios de cultivos;

Una vez que se realizó la mezcla se procedió a tapar y a rotular cada frasco con el nombre del medio y la fecha de elaboración, se procedió a llevarlas al auto-clave; transcurrido el tiempo en el auto-clave se retiró y se procedió a llenar las cajas Petri las que fueron rotuladas con el nombre y la fecha.

El llenado y desinfección de las cajas se lo realizó en una cámara de flujo laminar, se sellaron las cajas con parafilm y se guardó en el refrigerador para su uso posterior.

3.10.2.2. Esterilización

Antes de preparar cualquier medio o solución en laboratorio, se procedió a realizar una esterilización de todos los reactivos en autoclave y los materiales utilizados de laboratorio en la estufa por dos horas a 100 °C.

3.10.2.3. Aislamiento e identificación de bacterias

De la muestra a estudiar se realizó una dilución de 1:100, se pesó 1 gr de la muestra obtenida de las capturas y se agregó 100 mililitros de agua destilada en un erlemmeyer y se homogenizo.

Se procedió al llenado de cuatro micros tubos con 370 μ l de agua destilada el cual cada uno fue enumerado 1^{-1} , 1^{-2} , 1^{-3} y 1^{-4} .

Se cogió 30 μ l de la solución madre y se lo coloco en el micro tubo número uno, se utilizó el vórtex para mesclar la dilución uno y poder recoger 30 μ l el cual pasara a la dilución 2 y así este proceso se repite hasta llegar a la cuarta dilución.

a) Sembrado

Luego el tubo 1^{-3} y 1^{-4} se tomó 40 μ l y se sembró en una caja Petri diferente con medio King B sólido y se rotulo la caja utilizando las abreviaturas de cada medio de acuerdo a la dilución respectiva y la fecha respectiva (día y año), estas cajas se las dejo reposar boca abajo por 5 días.

b) Purificación

Se procedió a extraer las colonias de bacterias encontradas, en forma separada se colocó cada bacteria con la ayuda de un asa microbiológica en un tubo de ensayo con medio King B líquido, se rotulo la caja utilizando las abreviaturas de cada medio de acuerdo a la dilución respectiva y la fecha, y se dejó descansar un el Shaker o agitador magnético por 5 días, después de 5 días con la ayuda de un rastrillo microbiológico se volvió a sembrar en el medio King B sólido para su identificación.

c) Identificación

Las características usadas para describir colonias de bacterias, se basaron en la metodología de (Murray, 2006) y (Olivas, 2001).

Características morfológicas:

- **Forma:** Puntiforme, circular, irregular, alargada, fusiforme, filamentosa, rizoide.
- **Superficie:** Lisa, rugosa, en anillos concéntricos.
- **Elevación:** plano, elevada, convexa, umbonada, umbilicada.
- **Margen:** entero, ondulado, lobulado, estrellado, filamentos.
- **Color:** Según sea observado por la luz reflejada o por la luz transmitida, puede ser de color blanco, amarillo, rojo ladrillo, anaranjado.

De acuerdo a esta técnica el protocolo que se seguido para la Tinción de Gram es la siguiente:

Se realizó un frotis en la placa porta objetos de cada muestra de colonias de bacterias obtenidas; Se procedió a cubrir con cristal violeta durante 1 minuto, lo cual, en este paso, todas las células quedan teñidas por el colorante; se decanta el anterior colorante volcando el portaobjeto y se adiciona la solución lugol durante 1 minuto. Para reforzar la interacción entre el colorante y la pared celular.

Se decanta la solución de lugol, y posteriormente se lava con alcohol por goteo continuado durante 20 segundos, luego se añade agua para evitar el arrastre completo de todo el colorante. En esta fase se producirá la decoloración diferencial de las bacterias Gram negativas. Posteriormente se Trata con safranina durante 1 minuto como colorante de contraste; se lava con agua abundante, se seca al aire y se procede a observar con el lente de inmersión (100x); en esta fase las Gram negativas adquirieron un color rojo de la safranina mientras que las Gram positivas continuaron con el color azul propio del primer colorante. Esta prueba se basa en la Teoría (Parks, 1997).

3.10.2.4. Aislamiento e identificación de hongos

- **Sembrado**

Para el aislamiento de hongos se procedió a tomar un grano de arroz de diferente color que tenía las muestras y se las coloco en una caja Petri con medio PDA dividida en 4 zonas; las cajas sembradas se las dejo reposar por 5 días para que los hongos puedan colonizarla.

- **Purificación**

Luego de 5 días de reposo, con un micro espátula se extrajo micelio de diferentes hongos que se colocó en cajas Petri diferentes de PDA.

- **Identificación**

Se esperó que el hongo colonizara la caja para poder identificarlo morfológicamente como se lo hizo con las bacterias; también se identificó por sus estructuras reproductivas mirando a través d un microscopio.

3.10.2.5. Aislamiento e identificación de levaduras

Para el aislamiento e identificación de levaduras capturadas se procedió a realizar la misma metodología que se usó para identificar hongos.

3.10.3. Elaboración del bocashi

En la elaboración de los Bocashi, se utilizó los residuos agrícolas del sector; para la elaboración de la pila de Bocashi la distribución se la realizo de la siguiente manera: Observar (Tabla 6).

Se obtuvo un peso total de 2668.4 kg el cual se dividió para 28 unidades dando un peso de 95.3 kg por unidad experimental.

Los Microorganismos se los aplico una vez obtenidos las unidades experimentales, el riego se realizó dos veces por semana con volteos a partir de la segunda semana de su implementación. La humedad, la temperatura y PH se la controlo mediante medidores electrónicos adquiridos.

Obtenido los Bocashi con los diferentes tratamientos, se procedió a tomar muestras de 1 kg de cada uno y por repetición, las mismas que se llevarán al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP) para obtener el análisis de Nitrógeno

total (Nt), pH, Fósforo (P), Potasio (K) y Carbono (C); se determinaron las relaciones carbono – nitrógeno y con estos datos establecer la calidad del Bocashi.

3.10.4. Determinación de la materia orgánica (M.O)

Para la determinación de materia orgánica se utilizó el método de calcinación que determino el contenido total de (M.O) que posee las muestras obtenida de los tratamientos. Se tiene presente que con este método se obtienen valores altos en el contenido de (MO), ya que con él se volatilizan todas las formas de carbono orgánico (C2).

Los pasos que se utilizaron para la obtención del porcentaje de (MO) son:

- Se pesó una muestra de 6 g de suelo seco al aire libre y se tamizó a 2 mm (o en la fracción demandada) y se colocaron en unos erlenmeyer, se secó el conjunto (la muestra y erlenmeyer) en el horno a 105 ° C hasta que el peso fue constante (aproximadamente 24), se retiró del horno y se dejó enfriar en un desecador, luego se pesó.
- Se le adiciono porciones de solución de peróxido de hidrógeno al 6% hasta que no haya efervescencia, el proceso se aceleró calentando en baño María a 60° C, se calcina la muestra nuevamente, durante 3 horas, hasta que el peso fue constante, se retira del horno el conjunto, se deja enfriar en el desecador y se pesa nuevamente; la diferencia de peso se calculó entre las medidas antes y después de calcinar; esta diferencia de peso equivale a la cantidad de (MO) que se perdió de la muestra por efecto del calcinamiento, se expresó la diferencia de peso en porcentaje (%), con respecto al peso inicial de la muestra (seca) y ese es el porcentaje de (MO) que tenía (Jaramillo, 2002).

3.11. Variable de estudio

3.11.1. Temperatura

Para la recopilación de datos de temperatura se utilizó medidor de temperatura y humedad, se lo introdujo a los 20 cm de profundidad en la unidad experimental, los datos se tomaron cada tres días después de haber realizado los tratamientos.

3.11.2. Humedad

Se procede a tomar datos de humedad cada tres días de haber realizado los tratamientos con la ayuda de mecanismos electrónicos.

3.11.3. Relación del peso de la muestra inicial y el peso final

Para esta variable se midieron los datos del peso inicial de cada tratamiento y se restó con el peso final que se obtuvo a los 24 días; para ello se empleó la siguiente formula:

$$R = P_i - P_f$$

- **R** = Relación de peso
- **P_i** = Peso inicial de la muestra
- **P_f** = Peso final de la muestra

3.11.4. Relación carbono- nitrógeno

Para el cálculo de Materia Orgánica (MO) se aplicó la ecuación de Walkley y Black, que es un resultado de multiplicar el porcentaje de Carbono Orgánico (CO) por un factor de 1.724, pero en este caso tenemos el valor del %MO que obtuvo en el análisis del laboratorio y no tenemos el valor del %CO, despejamos la fórmula: **%MO = %C Orgánico * 1,724.**

$$\%CO = \frac{MO}{1,724}$$

- **%MO** = Porcentaje de Materia Orgánica
- **%C Orgánico** = Porcentaje de Carbono Orgánico
- **1,724** = Constante

Los datos de porcentaje de materia organica y nitrógeno total, se obtuvieron del análisis del laboratorio del INIAP; entonces la fórmula para obtener la Relación Carbono/Nitrógeno es la siguiente:

$$R\ C/N = MO \frac{\% CO}{\% NT}$$

- **C**= Carbono
- **N**= Nitrógeno
- **%C O**= Porcentaje de Carbono Orgánico
- **%NT**= Porcentaje de Nitrógeno Total obtenidas del INIAP (Méndez , 2016).

3.11.5. Análisis físico-químico

La variable físico-químico se determinó obteniendo los Bocashi con los diferentes tratamientos, se tomaron muestras de 1 kg de cada uno y por repetición mismas que se llevaron al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), que determinarían los niveles de N, P, K, pH y Materia Orgánica.

3.11.6. Análisis económico

Se efectuó el análisis económico en función del costo del tratamiento y el nivel de rendimiento, calculando el incremento del rendimiento, valor del incremento, costos de tratamiento, costo variable, costo marginal y la utilidad marginal, estableciéndose la diferencia entre los tratamientos de aplicación de microorganismos comerciales y endémicos; en comparación con el testigo sin aplicación.

3.11.6.1. Incremento del rendimiento

El incremento del rendimiento se adquirió de la diferencia de cada uno de los tratamientos con el peso del testigo, la fórmula que se utilizó es:

$$IR = PT - Pt$$

- **IR**: Incremento del rendimiento.
- **PT**: Peso de los tratamientos.
- **Pt**: Peso del testigo.

3.11.6.2. Valor del incremento

Los valores del incremento se consiguieron mediante la multiplicación del Incremento del rendimiento y el precio del producto final en kg. Utilizando la fórmula:

$$VI = IR * Z$$

- **VI:** Valor del incremento.
- **IR:** Incremento del rendimiento.
- **Z:** Precio del producto final.

3.11.6.3. Costos de tratamiento.

El costo de los tratamientos se alcanzó de la multiplicación entre la dosis aplicada por el precio del producto aplicado y el resultado de esta sumado al jornal de aplicación, con la siguiente fórmula:

$$CT = [(D * P) + J]$$

- **CT:** Costos de tratamientos.
- **D:** Dosis
- **P:** Precio del producto.
- **J:** Jornal.

3.11.6.4. Costos variables

El costo variable se obtuvo al multiplicar el valor de la cosecha y transporte por el incremento del rendimiento, más los costos de tratamientos.

$$CV = [(Ct * IR) + CT]$$

- **CV:** Costos variables.
- **Ct:** Cosecha y Transporte.

- **IR:** Incremento del rendimiento.
- **CT:** Costos de tratamiento.

3.11.6.5. Costo marginal

El costo marginal se logró de la diferencia de los costos variables de cada tratamiento con el costo variable del testigo, la fórmula que se utilizó es:

$$CM = X - Y$$

- **CM:** Costo marginal.
- **X:** Costos variables de los tratamientos
- **Y:** Costo variable del testigo.

3.11.6.5. Utilidad marginal

La utilidad marginal se alcanzó de la diferencia del valor del incremento con los costos marginales, la fórmula que se manejó es:

$$UM = VI - CM$$

- **UM:** Utilidad marginal.
- **VI:** Valor del incremento.
- **CM:** Costo marginal.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Identificación de microorganismos

Al muestreo de suelos endémicos de la provincia de Los Ríos del cantón Quevedo se recuperaron pulp de microorganismos, que fueron capturados siguiendo la metodología propuesta por (Rincón Vásquez, 2015) en huertas de cacao nacional, cañaverales y plantaciones de leguminosa (Guaba).

La identificación visual en las muestras del pulp de microorganismos capturados en cacaoteras con la posición del captador boca arriba presento 4 tipos de microorganismos diferentes, mientras que la muestra del captador boca abajo presento 3 según el color de la colonia; en las muestras de cañaverales el captador boca arriba presento 4 y el captador boca abajo 3 y en las muestras de plantaciones de leguminosas (guabas) según los colores al colonizar el arroz presentaron 2 tipos de microorganismos diferentes en las dos posiciones del captador.

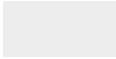
Color	Microorganismos
	<i>Trichoderma spp.</i>
	<i>Aspergillus spp.</i>
	<i>Pseudomona spp.</i>
	<i>Lactobacillus spp.</i>
	<i>Saccharomyces spp.</i>



Imagen 1. Identificación visual de microorganismos capturados según sus colores de colonia al colonizar el arroz.

Los microorganismos capturados de las plantaciones de leguminosas (Guaba) presentaron gran cantidad de hongos benéficos descomponedores como (*Trichoderma spp.*) Y levaduras como (*Saccharomyces spp.*), También se encontró bacterias que ayudan a evitar malos olores como (*Lactobacillus spp.*) y sintetizar sustancias útiles a partir de secreciones de raíces como es (*Pseudomona spp.*).

En las plantaciones de cacaoteras se recuperó bacterias como (*Lactobacillus spp.*) y levaduras como (*Saccharomyces spp.*), hongos como (*Trichoderma spp* y *Aspergillus spp*); mientras que los microorganismos recuperados de plantaciones de guabas presentaron solo hongos fermentadores como (*Trichoderma spp*) y levaduras como (*Saccharomyces spp*).




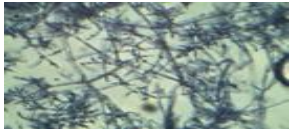

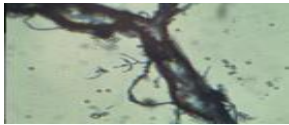

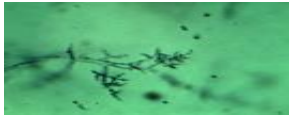



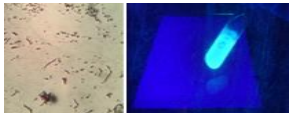
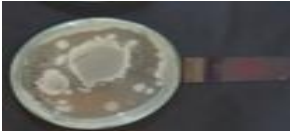

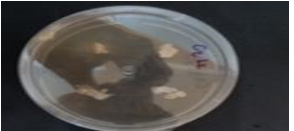
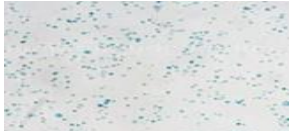
		M	40X
Hongos	<i>Trichoderma spp.</i>		
Hongos	<i>Trichoderma spp.</i>		
Hongos	<i>Trichoderma spp.</i>		
Hongos	<i>Trichoderma spp.</i>		
Hongos	<i>Aspergillus spp.</i>		
Bacterias	<i>Pseudomona spp.</i>		
Bacterias	<i>Lactobacillus spp.</i>		
Levadura	<i>Saccharomyces spp</i>		

Imagen 2. Microorganismos identificados procedentes de las capturas en cacaoteras, cañaverales y plantaciones de leguminosa (guabas). M. Vista macroscópica. 40X. Vista microscópica (Objetivo 40 x).

En cada uno de las muestras de los lugares de captura para microorganismos endémicos se obtuvieron una variedad de especies como podemos observar en la (Tabla 9)

Siendo la posición del capturador (boca arriba) el que brindo las mayores concentraciones de microorganismos en las plantaciones de cañaverales, Se descartó las capturas en cacaoteras por la presencia del hongo *Aspergillus spp*, como medida de precaución ya que debido a la alta capacidad esporulativa de este hongo y a que sus conidias son lo suficientemente pequeñas para poder alcanzar el sistema respiratorio de algunos seres vivos.

Tabla 9. Variedad de especies de Microorganismos recuperados según el lugar de origen y posición del capturador.

Lugar	Posición del capturador	Microorganismos capturados
Cacaoteras	boca arriba	<i>Aspergillus spp</i> , <i>Trichodermas spp</i> , <i>Saccharomyces spp</i> , <i>Lactobacillus spp</i> .
	Boca abajo	<i>Trichodermas spp</i> , <i>Saccharomyces spp</i> , <i>Lactobacillus spp</i> .
Cañaverales	boca arriba	<i>Trichodermas spp</i> , <i>Saccharomyces spp</i> , <i>Lactobacillus spp</i> , <i>Pseudomona spp</i>
	Boca abajo	<i>Trichodermas spp</i> , <i>Saccharomyces spp</i> , <i>Lactobacillus spp</i> .
Guabas	boca arriba	<i>Trichodermas spp</i> , <i>Saccharomyces spp</i> .
	Boca abajo	<i>Trichodermas spp</i> , <i>Saccharomyces spp</i> .

Elaborado: Kleber Albarracín

4.1.2. Temperatura

Al análisis de varianza tanto las repeticiones, microorganismos, dosis de microorganismos e interacción de microorganismos por dosis no presentaron significancia estadística; siendo el coeficiente de variación de 1,66%.

A la aplicación de microorganismos comerciales, microorganismos capturados uno y dos en comparación con el testigo sin aplicación en el proceso de descomposición de la materia orgánica para la formación de bocashi, se verifica que las temperaturas al inicio de los 3 días alcanzan un promedio de 37, 29 °C debido a la actividad microbiológica del bocashi en comparación con el testigo que alcanza una temperatura promedio de 35,2 °C, poniendo en manifiesto la primera etapas de descomposición mesofílica antes de los tres días de fermentación la cual es de corta duración y la segunda etapa termofílica cuando cumple 3 días de fermentación donde se desarrollan microorganismos termófilos que incrementan la temperatura.

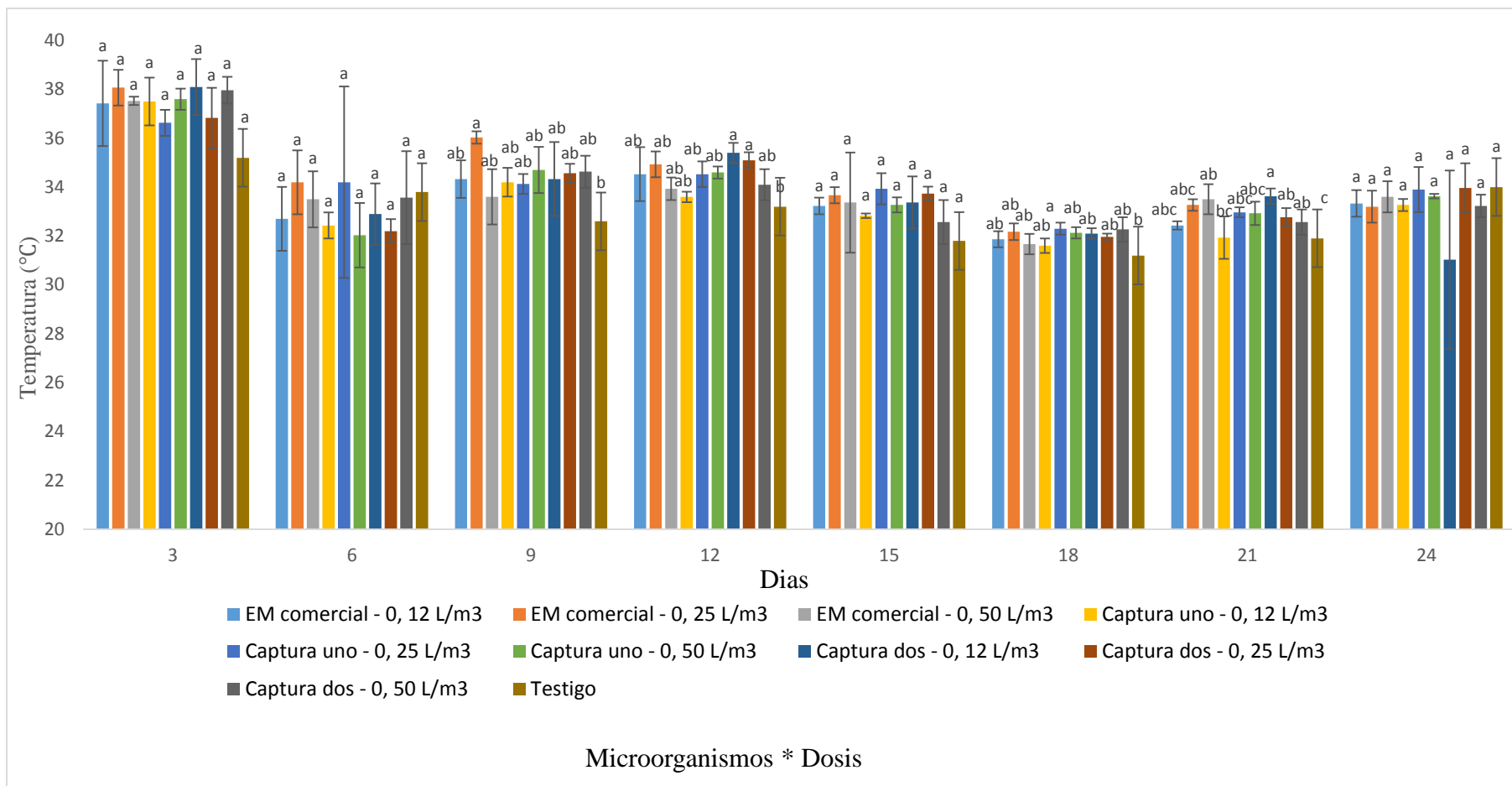
Transcurriendo el tiempo a los 6, 9, 12, 15 y 18 días a la maduración con un promedio de 31, 93 °C se reduce la actividad microbiana se pierde calor llegando a la etapa de enfriamiento, a los 21 y 24 días con un promedio de 33,5 °C se logra llegar a la estabilidad del mismo o maduración; (Grafico 3).

4.1.3. Humedad

Al análisis de varianza tanto las repeticiones, microorganismos, dosis de microorganismos e interacción de microorganismos por dosis no presentaron diferencia estadística significativa; siendo el coeficiente de variación de 5, 01%.

Bajo la aplicación de microorganismos tanto comerciales como endémicos en comparación con el testigo sin aplicación en el proceso de descomposición de la materia orgánica para la formación de bocashi, se verifica que la humedad en los diferentes tratamientos de microorganismos con sus respectivas dosis se mantiene bajo los rangos óptimos de humedad con un promedio de 55,42 % debido a la homogenización de riego y tipos de materiales utilizados en la elaboración del bocashi; (Grafico 4)

Grafico 1. Comportamiento de la temperatura en las pilas de Bocashi con la aplicación de sus respectivas dosis de Microorganismos.

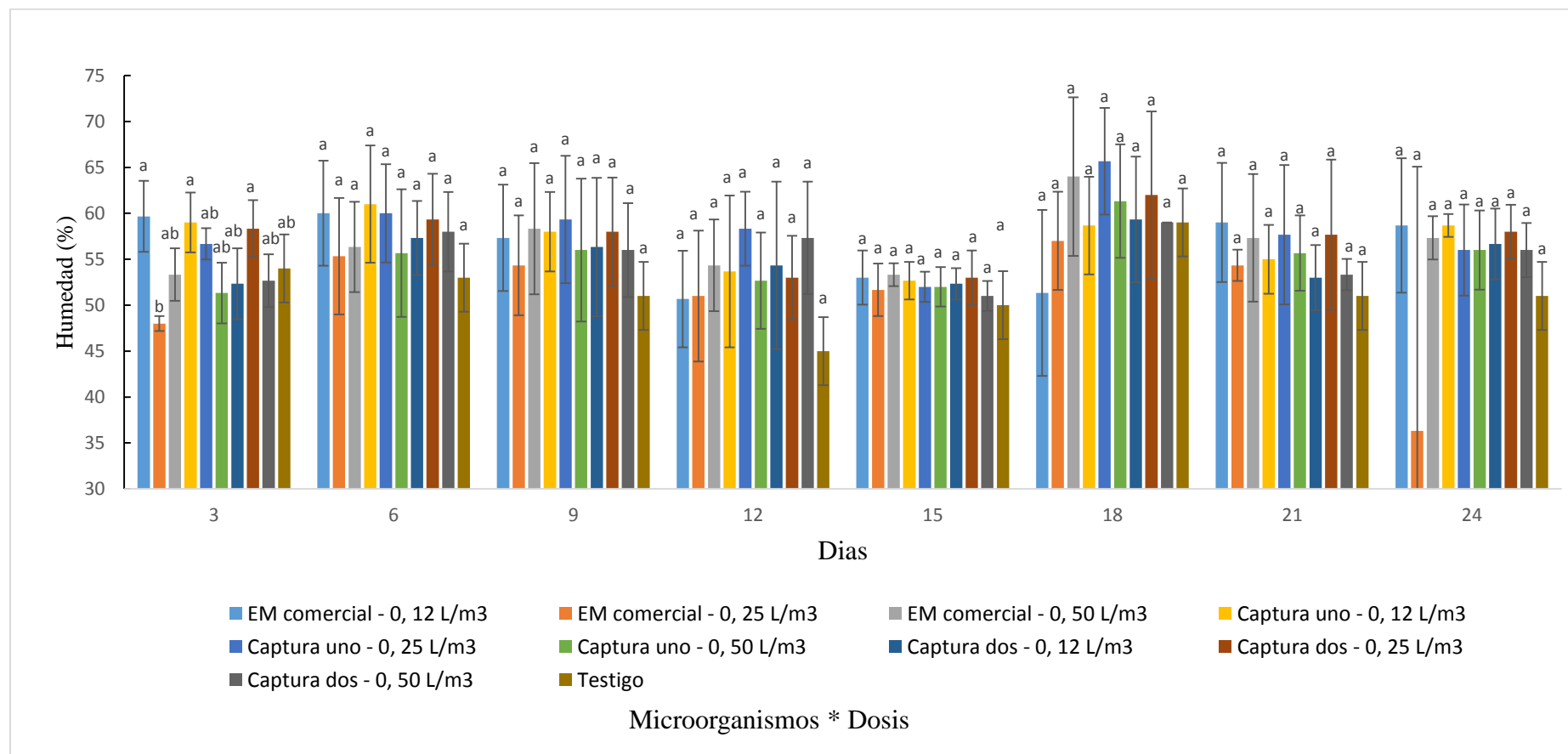


Media 33,88

C.V. 1,66

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

Grafico 2. Comportamiento de la Humedad (%) en periodos a la aplicación de sus respectivas dosis de Microorganismos en el Bocashi.



Media 55.42

C.V. 5,01

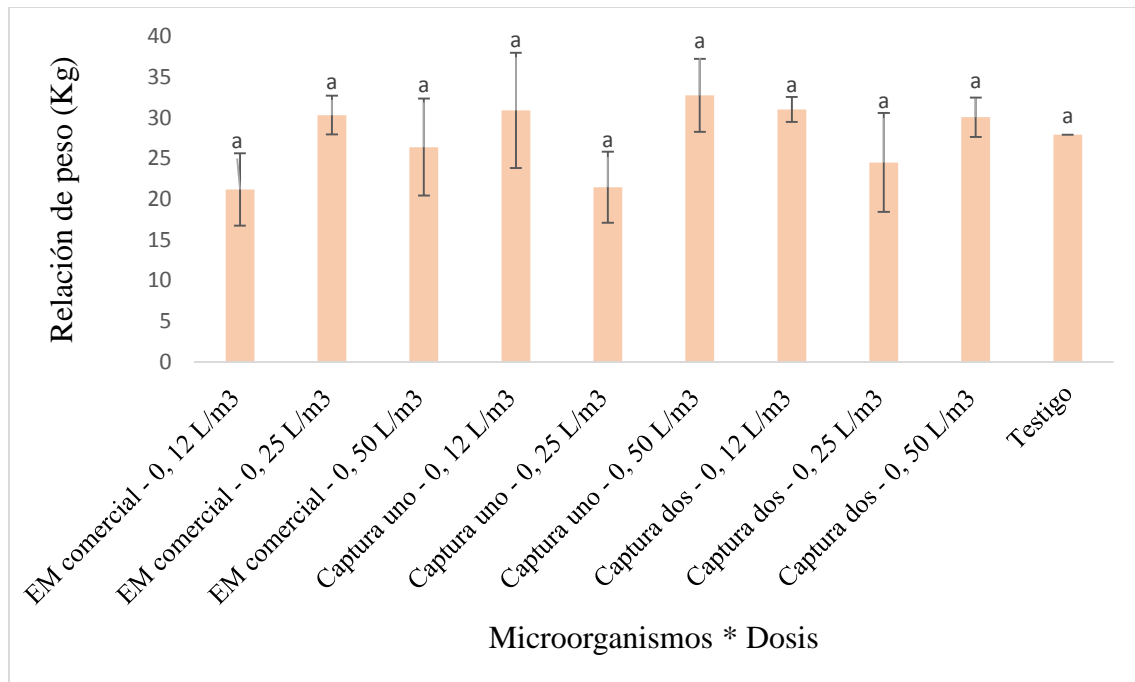
*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.4. Relación del peso de la muestra inicial y el peso final

Al proceso de descomposición de la materia orgánica para la formación de bocashi aplicando microorganismos comerciales, capturados uno y dos en comparación con el testigo sin aplicación no presentaron significancia estadística en sus factores e interacciones, siendo el coeficiente de variación de 19,69 %.

El peso inicial de cada uno de los tratamientos para el cálculo de la relación de peso (peso inicial – peso final) fue de 95,3 kg de los materiales utilizados para la elaboración del bocashi, transcurrido los 24 días a la maduración con la diferencia de peso que se obtuvo de cada tratamiento, el pulp de microorganismos aplicado de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³ presentó el promedio más alto con 32,73 kg en descomposición gracias a que se obtuvieron mayores cantidades de microorganismos descomponedores en la posición del captador boca arriba; siendo estadísticamente igual a los demás tratamientos tanto el comercial, como la captura dos con sus respectivas dosis y el testigo sin aplicación que presentaron promedios con un rango de 21,18 y 31,00 kg de descomposición.

Grafico 3. Relación de peso (Kg), en evaluación a la interacción de tres diferentes Microorganismos en tres diferentes dosis a las pilas de Bocashi.



Media 27,64

C.V. 19,69

*Letras iguales no presentan diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.

4.1.5. Materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica para la formación de bocashi aplicado microorganismos comerciales, capturados uno y dos en diferentes dosis comparados con el testigo sin aplicación a los 24 días de maduración.

El mayor porcentaje lo presenta los microorganismos de la captura dos con una dosis de 0,25 L/m³ presentando 52,30 % mayor a los demás tratamientos y al testigo por su baja descomposición de la materia orgánica a causas de los microorganismos aplicados. El tratamiento de microorganismos de la captura dos con una dosis de 0, 12 L/m³ presento la mayor descomposición de la materia orgánica con un porcentaje de 28,31% a comparación con el testigo que no se aplicó ningún tipo de microorganismos presento un porcentaje de 47,95%.

El testigo sin aplicación tubo mayor degradación de la materia orgánica en comparación con los tratamientos microorganismos comerciales con dosis de 0, 12 L/m³, 0, 25 L/m³, 0, 50 L/m³ y la aplicación de microorganismos de la captura uno con dosis de 0, 12 L/m³

Tabla 10. Materia orgánica (%), en evaluación a la interacción de tres diferentes microorganismos en tres diferentes dosis a las pilas de Bocashi

Microorganismos * Dosis	Materia Orgánica (%)
EM comercial - 0, 12 L/m ³	49,00
EM comercial - 0, 25 L/m ³	40,22
EM comercial - 0, 50 L/m ³	48,13
Captura uno - 0, 12 L/m ³	38,56
Captura uno - 0, 25 L/m ³	48,57
Captura uno - 0, 50 L/m ³	39,39
Captura dos - 0, 12 L/m ³	28,31
Captura dos - 0, 25 L/m ³	52,30
Captura dos - 0, 50 L/m ³	47,49
Testigo sin aplicación	47,95

Elaborado: Kleber Albarracín

4.1.6. Relación carbono- nitrógeno

La aplicación de microorganismos comerciales, microorganismos capturados uno y dos en diferentes dosis comparados con el testigo sin aplicación en el proceso de maduración del bocashi a los 24 días de maduración.

Se verifica que la mejor relación carbono nitrógeno se obtiene con la aplicación de microorganismos de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³ con un promedio de 12,88 % y los microorganismos de la captura dos con una dosis de 0,12 L/m³ con un promedio de 15,54 % planteando que una relación Ca/N adecuada para un bocashi se encuentra en el rango de 11,00 a 15,00 % jugando un papel fundamental en la mineralización del nitrógeno en un abono.

Los tratamientos que presentaron las mayores relaciones de Ca/N, fueron las aplicaciones de microorganismos comerciales y microorganismos de la captura uno con dosis 0, 12 L/m³ presentando porcentajes de 23,24% y 22,83%.

Tabla 11. Relación Ca/N (%), en evaluación a la interacción de tres diferentes microorganismos en tres diferentes dosis a las pilas de Bocashi.

Microorganismos * Dosis	Relación Ca/N (%)
EM comercial - 0, 12 L/m ³	23,24
EM comercial - 0, 25 L/m ³	18,8
EM comercial - 0, 50 L/m ³	22,42
Captura uno - 0, 12 L/m ³	17,28
Captura uno - 0, 25 L/m ³	22,83
Captura uno - 0, 50 L/m ³	12,88
Captura dos - 0, 12 L/m ³	15,54
Captura dos - 0, 25 L/m ³	22,7
Captura dos - 0, 50 L/m ³	21,83
Testigo sin aplicación	22,23

Elaborado: Kleber Albarracín

4.1.7. Análisis químico

Se realizó un análisis químico tanto de macronutrientes y micronutrientes en cada una de las pilas de Bocashi con diferentes tratamientos del experimento, con el fin de identificar la riqueza en nutrientes en cada una de ellas obteniendo el siguiente cuadro de resultado:

- **pH**

El pH de las pilas de Bocashi fluctuó de 5.5 a 7.0, el valor más bajo se presentó en los microorganismos comercial en la dosis de 0,12 L/m³, capturados uno y dos en la dosis de 0,25 L/m³ y el testigo sin aplicación de microorganismos con un pH de 5.5.

El tratamiento con un pH neutro de 7.0 se registró en la aplicación del microorganismo de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³, lo que evidencia que los microorganismos benéficos mejoran las características químicas del suelo.

- **Nitrógeno (N %)**

El porcentaje de N más alto con 0,7 % lo obtuvieron los tratamientos de microorganismos de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³ y la captura 2 con dosis de 0,25 L/m³, seguidos por los demás tratamientos y el Testigo sin aplicación con un porcentaje de N que fluctúan entre 0,3 y 0,6 %, el porcentaje más bajo de N lo registro el tratamiento de la captura dos con dosis de 0,12 L/m³.

- **Fosforo (P %)**

De igual manera se efectuó el análisis a cada una de las repeticiones que componían los diferentes tratamientos del experimento, siendo el porcentaje más alto de P con 0,16 % para el tratamiento de microorganismos comercial con dosis de 0,50 L/m³ y el Testigo sin aplicación, seguidos por los demás tratamientos que presentaron porcentajes que fluctuaban entre 0,12 y 0,15 % de fosforo; el tratamiento que registrando el porcentaje más bajo fueron tanto el microorganismos comercial como los microorganismos capturados uno (boca arriba) y dos(boca abajo) con una dosis de 0,12 L/m³.

- **Potasio (K %)**

El análisis fisicoquímico presentado en cada uno de los tratamientos los porcentajes de K, Como se puede apreciar el porcentaje más alto de K presentó el tratamiento de microorganismos de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³ con 0,55 %, seguidos por los demás tratamientos con promedios entre 0,37 a 0,51 %, el porcentaje más bajo de potasio con un promedio de 0,37 % lo registró el tratamiento de microorganismos comercial con dosis de con 0,12 L/m³.

- **Calcio (Ca %)**

Al realizar el análisis fisicoquímico de los diferentes tratamientos del experimento, se identificó la riqueza en Ca en cada una de los tratamientos aplicados al bocashi y en el bocashi sin aplicación de microorganismos; obteniendo el porcentaje más alto para el tratamiento de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³ con un promedio de 0,97 %, seguidos por los demás tratamientos con promedios de 0,73 a 0,94 %, con el porcentaje más bajo de calcio se encuentra el tratamiento comercial con dosis de con 0,12 L/m³.

- **Magnesio (Mg %)**

En lo que concierne a Mg se puede determinar que el porcentaje más alto con 0,51 %, se obtuvo en el tratamiento comercial con dosis de con 0,25 L/m³; seguido por los demás tratamientos con promedios de 0,22 y 0,29 %, con menor porcentaje de Mg se encuentran los tratamientos comercial y captura uno con una dosis de 0,12 L/m³ con un promedio de 0,22 % de Mg.

- **Azufre (S %)**

Se puede apreciar en el análisis fisicoquímico que los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de S con un 0,07% fueron los microorganismos de la captura uno con dosis de 0,12 y 0,25 L/m³, seguidos por los demás tratamientos con promedios de 0,05 a 0,06 %; los tratamientos con menor porcentaje de S con 0,05 % fueron el microorganismo comercial con dosis de 0,12 y 0,25 L/m³ y el Testigo sin aplicación.

- **Boro (B ppm)**

El tratamiento con mayor cantidad de B es el que se aplicó microorganismo comercial con dosis de 0,25 L/m³ con 25 ppm (partes por millón), seguido por los demás tratamientos con un promedio entre 14 ppm a 24 ppm y el tratamiento con menor cantidad de B lo obtuvo el tratamiento captura dos con una dosis de 0,25 L/m³ con 14 ppm.

- **Zinc (Zn ppm)**

En lo que concierne al tratamiento con mayor cantidad de Zn lo consiguió el microorganismo comercial con dosis de 0,50 L/m³ con 66 ppm, seguido por los demás tratamientos con promedios de 61 a 65 ppm; el que obtuvo menor cantidad de Zn fue el tratamiento comercial con dosis de 0,12 L/m³ con 61 ppm.

- **Cobre (Cu ppm)**

El análisis efectuado dio que el tratamiento con mayor cantidad de Cu fue los microorganismos comerciales con dosis de 0,50 L/m³ seguidos por los demás tratamientos con promedios de 35 a 38 ppm, el testigo obtuvo la menor cantidad de Cu con un total de 35 ppm.

- **Hierro (Fe ppm)**

Se visualizó que los tratamientos con mayor cantidad de Fe fueron los microorganismos comerciales con una dosis de 0,50 L/m³ y el capturado dos con dosis de 0,25 L/m³ con 842 ppm, seguidos por los demás tratamientos con promedios de 832 a 841 ppm y con la menor cantidad de Fe se encuentra el tratamiento comercial con dosis de 0,25 L/m³ con 832 ppm.

- **Manganeso (Mn ppm)**

Las partes por millón (ppm) que presenta el manganeso el valor más alto lo obtuvo el tratamiento de microorganismos de la captura dos con dosis de 0,12 L/m³ con 407 ppm, seguido por los demás tratamientos con promedios que fluctúan entre 41 a 406 ppm;

obteniendo el valor más bajo el tratamiento de microorganismos de la captura dos con dosis de 0,50 L/m³ con 41 ppm.

Tabla 12. Resultados del análisis Químico en la elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en dosis diferentes.

TR	Porcentaje %						ppm					pH
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	M	
Comercial - 0, 12 L/m ³	0,6	0,12	0,37	0,73	0,22	0,05	22	61	36	841	384	5,5
Comercial - 0, 25 L/m ³	0,5	0,14	0,51	0,84	0,51	0,05	25	64	38	832	390	6,0
Comercial - 0, 50 L/m ³	0,6	0,16	0,46	0,94	0,28	0,06	17	66	39	842	406	5,5
Captura uno - 0, 12 L/m ³	0,5	0,12	0,39	0,80	0,22	0,07	16	62	36	835	390	6,5
Captura uno - 0, 25 L/m ³	0,6	0,13	0,39	0,84	0,24	0,07	16	62	37	834	396	5,5
Captura uno - 0, 50 L/m ³	0,7	0,15	0,55	0,97	0,28	0,06	21	63	36	839	397	7,0
Captura dos - 0, 12 L/m ³	0,3	0,12	0,46	0,87	0,27	0,06	24	62	36	838	407	6,5
Captura dos - 0, 25 L/m ³	0,7	0,14	0,48	0,87	0,45	0,06	14	62	37	842	400	5,5
Captura dos - 0, 50 L/m ³	0,6	0,14	0,48	0,93	0,29	0,06	19	65	38	841	41	6,0
Testigo	0,6	0,16	0,42	0,84	0,25	0,05	22	62	35	837	388	5,0

Elaborado: Kleber Albarracín

4.1.8. Análisis económico

El análisis fue elaborado en base a nivel del rendimiento, el precio del producto aplicado de 7 dólares / litro del microorganismo comercial, 1 dólar / litro de las capturas uno y dos y la calidad del Bocashi elaborado siendo el precio de venta más bajo de 0,2 dólares / kg, el precio medio de 0,3 dólares / kg y 0,4 dólares / kg el precio de venta más alto.

El tratamiento microorganismos de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³ presento el menor rendimiento con 62,57 Kg, -4,84 dólares de incremento del rendimiento a un costo variable de 7,35 dólares y un costo marginal de -2,65 dólares; dando como resultado final gracias a su calidad del producto y bajo costo del producto aplicado un total de 0,72 dólares de utilidad marginal convirtiéndose en el mejor tratamiento. El tratamiento de microorganismos de la captura 2 con dosis de 0,12 L/m³ presento un costo variable de 8,19 dólares dando como

resultado un costo marginal de – 1, 81 dólares dando lugar a una utilidad marginal de 0,52 dólares, el tratamiento microorganismos de la captura uno con dosis de 0,12 L/m³ presento un incremento del rendimiento del -3,01 dólares teniendo un costo variable de 8,25 dólares con un costo marginal -1,75 dólares dando una utilidad marginal de 0,54 dólares.

El tratamiento de microorganismos de la captura 2 con dosis de 0,50 L/m³ presento un incremento del rendimiento de -2,16 dólares con un costo variable 8,95 dólares, teniendo un costo marginal de -1.05 obteniendo como resultado una utilidad marginal de 0,40 dólares; Los demás tratamientos presentaron utilidades marginales por debajo del Testigo con valores negativos como el tratamiento comercial con dosis de 0,25 L/m³ con 0,15 dólares, el microorganismo de la captura dos con dosis de 0,25 L/m³ con -1,49 dólares, y el microorganismo comercial con dosis de 0,50 L/m³ con -2,20 dólares y el tratamiento de microorganismo comercial con dosis de 0,12 L/m³ aunque haya presentado la mayor producción con 74,12 kg obtuvo la utilidad marginal más baja con -3,10 dólares por la baja calidad del producto.

Tabla 13. Análisis económico de cada uno de los tratamientos en estudio de la interacción de Microorganismos en tres diferentes dosis a las pilas de Bocashi.

TRATAMIENTOS	Dosis L/0,5m ³	Bocashi (kg)	IR	VI	CT	CV	CM	UM
Comercial - 0, 12 L/m ³	0,060	74,12	6,71	1,34	10,42	14,45	4,45	-3,10
Comercial - 0, 25 L/m ³	0,125	64,98	-2,43	-0,73	10,88	9,42	-0,58	-0,15
Comercial - 0, 50 L/m ³	0,250	68,91	1,5	0,45	11,75	12,65	2,65	-2,20
Captura uno - 0, 12 L/m ³	0,060	64,4	-3,01	-1,20	10,06	8,25	-1,75	0,54
Captura uno - 0, 25 L/m ³	0,125	73,84	6,43	1,29	10,13	13,98	3,98	-2,70
Captura uno - 0, 50 L/m ³	0,250	62,57	-4,84	-1,94	10,25	7,35	-2,65	0,72
Captura dos - 0, 12 L/m ³	0,060	64,3	-3,11	-1,24	10,06	8,19	-1,81	0,56
Captura dos - 0, 25 L/m ³	0,125	70,81	3,4	0,68	10,125	12,17	2,17	-1,49
Captura dos - 0, 50 L/m ³	0,250	65,25	-2,16	-0,65	10,25	8,95	-1,05	0,40
Testigo	0,000	67,41	0	0	10	10	0	0

Elaborado: Kleber Albarracín

4.2. Discusión

El mejor sitio que brindo las mayores cantidades de microorganismos fue el de plantaciones de cañaverales con la posición del capturado boca arriba (captura uno) obteniendo presencia de hongos benéficos descomponedores como (*Trichodermas spp*) y levaduras como (*Saccharomyces spp*), También se encontró bacterias que ayudan a evitar malos olores como (*Lactobacillus spp*) y sintetizar sustancias útiles a partir de secreciones de raíces como es (*Pseudomona spp*) concordando con (Cardoso & Freitas, 1988) manifiestan que en la rizósfera hay mayor concentración de nutrientes orgánicos provenientes de las raíces, los cuales favorecen el crecimiento de los microorganismos.

Se procedió a descartar las capturas en cacaoteras por la presencia del hongo *Aspergillus spp*. Ya que está relacionado la enfermedad llamada aspergilosis pulmonar. Concordando con (Fernández, Charterina, & Rubio,, 2014). Manifiesta que el pulmón es el principal órgano afectado por *Aspergillus* debido a la alta capacidad esporulativa de este hongo y a que sus conidias son lo suficientemente pequeñas para poder alcanzar el alveolo

A la aplicación de microorganismos en comparación con el testigo sin aplicación se verifica que las temperaturas al inicio de los 3 días alcanzan un promedio de 37, 29 °C debido a la actividad microbiológica del bocashi en comparación con el testigo que alcanzo una temperatura promedio de 35,2 °C, poniendo en manifiesto la primera etapas de descomposición mesofílica antes de los tres días de fermentación la cual es de corta duración y la segunda etapa termofílica cuando cumple 3 días de fermentación donde incrementan la temperatura;

Transcurriendo el tiempo a los 6, 9, 12, 15 y 18 días a la maduración con un promedio de 31, 93 °C se reduce la actividad microbiana se pierde calor llegando a la etapa de enfriamiento, a los 21 y 24 días con un promedio de 33,5 °C, se logra llegar a la estabilidad del mismo o maduración sí, las fases mesofílica, termofílica, de enfriamiento y maduración se comportaron de manera similar a lo expuesto por (Peixoto, 1988) y concordando con (Restrepo, 1996) manifestando que la temperatura está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes.

Bajo la aplicación de microorganismos en comparación con el testigo sin aplicación, se verifica que la humedad en los diferentes tratamientos de microorganismos con sus respectivas dosis se mantiene bajo los rangos óptimos con un promedio de 55,42 % debido a la homogenización de riego y tipos de materiales utilizados en la elaboración del bocashi; coincidiendo con lo expresado por (FONCODES, 2010) La humedad óptima para el proceso del abono es de un 50 % a un 60 % en relación con el peso de la mezcla. Si está muy seco, la descomposición es muy lenta (disminuye la actividad de los microorganismos); Si está muy húmedo, falta oxígeno y puede haber putrefacción de los materiales, ya que el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico (sin oxígeno). El resultado será una mezcla de mal olor y textura muy suave por el exceso de agua.

El tratamiento que presento mejor relación peso inicial de la muestra/peso final fue la aplicación de microorganismos de la captura uno con una dosis de 0,50 L/m³ con 32, 73 Kg estadísticamente igual a los demás tratamientos y el testigo con valores de 21, 18 a 31,00 Kg, el promedio de factor de conversión en los tratamientos tanto como el testigo fue de 71 % ya que estaba compuesta por raquis de banano, panca de maíz y estiércol de ganado vacuno; también se incorporó suelo el cual se adhiere a los residuos cuando se practica la técnica de volteo; mismos que se encuentran en los rangos aceptables como lo indica (López Garrido, Vidal, & Pereira Martínez, 1975) El factor de conversión de residuos orgánicos en abono fue del 70%; generalmente se obtiene entre el 50 y el 60%, dependiendo de los residuos utilizados.

Se plantea que una relación C/N adecuada para un Bocashi se encuentra en el rango de 11,00-15,00 (Leblanc, Cerrato, & Vélex, 2005); también es conocido que esta juega un papel fundamental en la mineralización del nitrógeno de un abono y por consiguiente estimar su calidad desde el punto de vista de proveer este nutriente al suelo. En el caso de una relación C/N de un abono orgánico menor que 20, significa que la materia orgánica es degradada fácilmente (Meléndez & Soto, 2003); el cual es corroborado en la investigación indicando que los tratamientos de microorganismos de la captura uno con dosis de 0,50 L/m³ con una relación C/N de 12,88 % y microorganismos de la captura dos con dosis de 0,12 L/m³ con 15,54 % se encuentran en los rangos óptimos de un bocashi de buena calidad considerando como un buen índice de descomposición del abono y la posterior mineralización de sus nutrimentos (Ramos D. , Terry , Soto , & Cabrera, 2014) Manifiestan que los dos constituyentes básicos de la M.O se expresan en la relación C/N, lo que hace que el carbono

y el nitrógeno sean variables importantes para obtener una buena enmienda orgánica con relación equilibrada entre ambos elementos.

Los tratamientos con mayor concentración de nutrientes son las interacciones de microorganismos de la captura uno con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ y la captura 2 con dosis de $0,25 \text{ L/m}^3$ con $0,7 \% \text{ N}$, el microorganismos comercial con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ y el Testigo sin aplicación con $0,6 \% \text{ P}$, el microorganismos de la captura uno con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ con $0,55 \% \text{ K}$, la captura uno con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ con $0,97 \% \text{ Ca}$, el comercial con dosis de $0,25 \text{ L/m}^3$ con $0,51 \% \text{ Mg}$, los microorganismos de la captura uno con dosis de $0,12$ y $0,25 \text{ L/m}^3$ con un $0,07\% \text{ S}$, el comercial con dosis de $0,25 \text{ L/m}^3$ con 25 ppm B , EM1-D3 con 66 ppm Zn , el comercial con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ con 39 ppm Cu , el comercial con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ y la captura dos con dosis de $0,25 \text{ L/m}^3$ con 842 ppm Fe y la captura dos con dosis de $0,12 \text{ L/m}^3$ con 407 ppm Mn (Tabla 10); Se comprueba que además de C, N y P existen otros nutrientes presentes en menor cantidad (micronutrientes). Estos tienen un importante papel en la síntesis de las enzimas, en el metabolismo de los microorganismos y en los mecanismos de transporte intracelular y extracelular (Miyatake & Iwabuchi, 2006). Con respecto al nitrógeno, que es un elemento frecuentemente utilizado como indicador de la calidad nutricional del abono (Meléndez & Soto, 2003)

El tratamiento microorganismos de la captura uno con dosis de $0,50 \text{ L/m}^3$ presento el menor rendimiento con $62,57 \text{ Kg}$, $-4,84$ dólares de incremento del rendimiento a un costo variable de $7,35$ dólares y un costo marginal de $-2,65$ dólares; dando como resultado final gracias a su calidad del producto y bajo costo del producto aplicado un total de $0,72$ dólares de utilidad marginal convirtiéndose en el mejor tratamiento; Los abonos orgánicos pueden ser una opción viable al uso de fertilizantes minerales para proveer los nutrimentos requeridos por un cultivo, además, son muy útiles y económicos cuando se pueden fabricar con residuos agrícolas locales, sin tener que transportarlos a grandes distancias (Cerrato , Leblanc , & Kameko, 2007).

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se logró determinar mediante el ensayo de capturas de microorganismos que el mejor sitio de origen son los sembríos de caña guadua con la posición del capturador boca arriba (captura uno) obteniendo mayor cantidad de microorganismos benéficos como *Trichoderma spp*, *Saccharomyces spp*, en la dilución de 1 gr de muestra en 100 ml de agua se recuperando 370 µl de la solución madre, presentando hasta la 1⁻³ y 1⁻⁴ dilución bacterias como *Lactobacillus spp* y *Pseudomonas spp*.
- Se determinó que el mayor contenido de nitrógeno, potasio y calcio con 0,70%, 0,55%, 0,97%; así como también, las mejores características para un abono de buena calidad con un pH de 7,0, relación carbono/nitrógeno con 12,88% y presentando la mayor relación de peso (peso inicial- peso final) con 32,73 kg, las presentó el tratamiento de microorganismos de la captura uno (boca arriba) con dosis de 0,50 L/m³ (dosis alta).
- La mayor concentración de micro elementos zinc con 66,0 ppm y hierro con 842 ppm la presentó el tratamiento comercial con dosis de 0,50 L/m³ (dosis alta) y el mayor contenido de boro con 25 ppm y cobre con 38 ppm fue la aplicación del microorganismo comercial con dosis de 0,25 L/m³ (dosis baja).
- Los costos de producción en el bocashi con aplicación de microorganismos de la captura uno (boca arriba) con una dosis de 0,50 L/m³ (dosis alta) se convirtió en el mejor tratamiento con un total de \$ 0,72 de utilidad marginal en comparación con el tratamiento comercial y el testigo sin aplicación.

5.2 Recomendaciones

- Generar una cultura de aprovechamiento de residuos vegetales e industriales, dándoles tratamiento para la conversión en abonos y poder revertirlos al suelo, mejorando propiedades físicas, químicas y aporte de materia orgánica
- Incorporar dosis mayores a 0,75 l/m³ de microorganismos endémicos en la descomposición del Bocashi, debidas a su rendimiento similar al comercial.
- Realizar estudios de caracterización molecular de microorganismos benéficos y perjudiciales autóctonos en diferentes sitios de origen (cacaoteras, cañaverales y leguminosas) en el cantón Quevedo.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía

- Altieri, Hecht, Liebman, & Magdoff. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-Comunidad.
- Arias. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 2(02), 42-45.
- Baca , I. (13 de Agosto de 2018). La agricultura organica crece en el Ecuador. (E. Comercio, Entrevistador)
- Bejarano, & Restrepo. (2002). *Abonos Orgánicos, Fermentados tipo bocashi. Caldos Minerales y Biofertilizantes*. Santiago de Cali : Cooperación autónoma regional del valle del Cauca-CVC-.
- Bissala , Y., & Payne , W. (2006). Effect of pit floor material on compost quality in semiarid West Africa. *Soil Science Society of America Journal*, 70(4),. 1140-1144.
- Cerrato , Leblanc , & Kameko. (2007). *Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth*. *Tierra Tropical*, 3(2), 183-197.
- Correa, F. (2008). *Los Actinomicetos: una Visión como promotores de crecimiento vegetal*.
- Díaz, Madejon, Cabrera, & Jimenez. (2004). *Using a second-order polynomial model to determine the optimum vinasse/grape marc ratio for in-vessel composting*. *Compost science & utilization*, 12(3), 273-279.
- Ekinci, K., Keener, H. M., Elwell, D. L., & Michel, F. C. (2014). Effects of aeration strategies on the composting process: Part I. Experimental studies. *Transactions of the ASAE*, 47(5). 1697.
- FAO. (19 de Diciembre de 2003). *¿Es la certificación algo para mí? - Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación*. San José: Andersen Mikkel.
- FAO. (Octubre de 2011). *Elaboración y uso del Bocachi*. Obtenido de Programa especial para la seguridad alimentaria.: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

- Fernández, Charterina, & Rubio,. (2014). Las diferentes manifestaciones de la aspergilosis pulmonar. Hallazgos en tomografía computarizada multidetector. . *Radiología*, 496-504.
- FiBL, & IFOAM. (2011). *The World of Organic Agriculture*.
- FONCODES. (2010). *Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social*. “Mi chacra productiva”. Apurímac, Perú.: Manual de Capacitación Práctico.
- González de Molina, M. (2011). *Introducción a la agroecología. Cuadernos técnicos SEAE – Serie: Agroecología y Ecología Agraria*. España: Sociedad española de Agricultura Ecológica (SEAE). Obtenido de Cuadernos técnicos SEAE – Serie: Agroecología y Ecología Agraria.
- Herrán, Torres, & Martínez. (Abril de 2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 57-67.
- Higa, & Parra. (1994). Beneficial and effective microorganisms; for a sustainable . En *International Nature Farming Research Center* (pág. 17).
- Higa, T. (1996). Microorganismos beneficios y efectivos para una agricultura y medio. *FUNDASES*, 14.
- Jaramillo, D. F. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Klages. (2012). *Agroecología: La ciencia de los Agroecosistemas - La perspectiva ambiental*. Bogota.
- Kulcu, R., & Yaldiz, O. (2004). Determination of aeration rate and kinetics of composting some agricultural wastes. *Bioresource Technology*, 93(1). 49-57.
- Leblanc, Cerrato, & Vélex. (2005). *Comparación de contenido de nutrientes de bokashis elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo en Costa Rica*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. no. 76, p. 50-56.
- Legazpi, García, Panduro, & Mumford. (2007). *Conocimientos y manejo de los abonos* . Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- Libreros, S. S., & Salamanca, S. (2012). Compostaje de residuos industriales en Colombia. *Tecnicaña*, 28, 15 - 20.

- López Garrido, J., Vidal, F. M., & Pereira Martínez, J. (1975). Basura urbana; recogida, eliminación y drenaje. *Basura urbana; recogida, eliminación y drenaje*. Eds. Técnicos Asociados.
- Luna , & Vázquez. (2009). Elaboración de abonos orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 4 - 12. Guadalajara (México): Universidad de Guadalajara.
- Luna, V. A., & Vázquez, A. E. (2009). Elaboración de Abonos Orgánicos. México: Universidad de Guadalajara.
- Margulis.et.al. (2014). *Microbiótica*. Madrid (España): Edición integral a la casa de la cultura, S. L.
- Martinez. (2016). *Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible*.
- Martinez, & Dibut. (2002). Biofertilización y producción agrícola sostenible. Retos y perspectivas. *In XIII Congreso Científico del INCA. Programa y Resúmenes*. . La Habana.
- Medina, L. A., Monsalve, O. I., & Forero, A. F. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*,4(1), 109-125.
- Meléndez , & Soto. (2003). *Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos*. San José, 50-63.: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura.
- Méndez , E. G. (2016). Validación del método analítico walkley y black de materia orgánica en suelos arcillosos, francos y arenosos del Ecuador. (*Bachelor's thesis, Quito: UCE*).
- Mendoza Davalos, K. (2016). *Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos*. Ayacucho-Perú: inia.
- Michel , Pecchia, Rigot, & Keener. (2004). *Mass and nutrient losses during the composting of dairy manure amended with sawdust or straw*. *Compost Science & Utilization*, 12(4), 323-334.

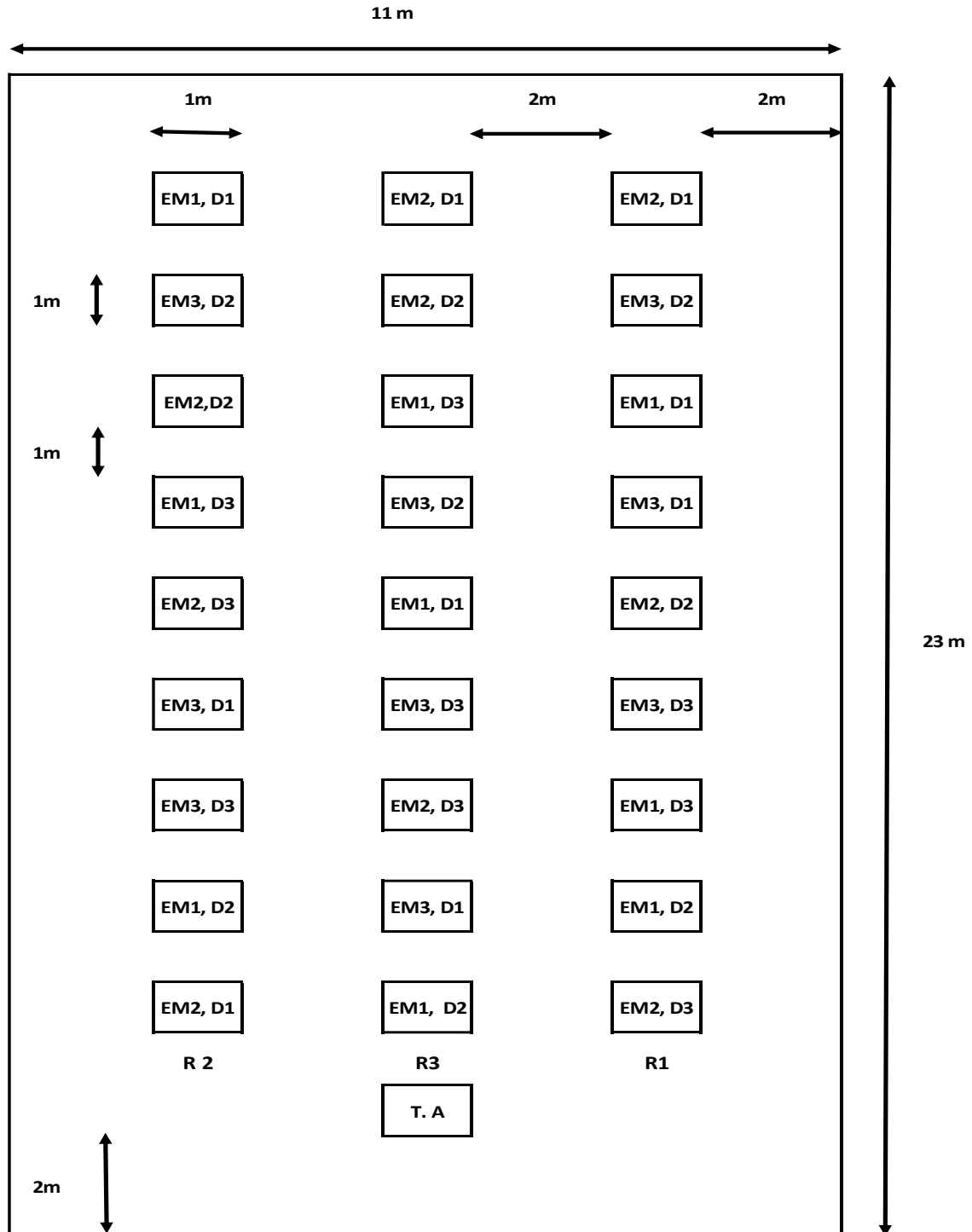
- Miyatake, & Iwabuchi. (2006). *Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure*. *Bioresource technology*, 97(7), 961-965.
- Murray, p. (2006). *Microbiología medica* . Madrid - España: ELSEVIER.
- Oisca. (2009). Manual practico de uso de EM. Proyecto de reduccion de pobreza y mejora de las condiciones higienicas de los hogares de la poblacion rural de menores recursos. 18-33.
- Olivas, E. (2001). *Manual de prácticas. Microbiología I, II y Parasitología: Programas de Medicina*. Chihuahua - México: Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez.
- Ortega , P. (2012). *Elaboración del bokashi sólido y líquido*. Cuenca (Ecuador): Universidad de Cuenca - Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Parks, L. (1997). *Handbook of Microbiological Medium*. E.E.U.U: CRC Press Inc.,.
- Pérez. (2010). *Efecto de microorganismos aplicados por fertiriego en la disponibilidad de fósforo en dos sistemas de cultivo de banano en la zona bananera del magdalena*. (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).
- Quevedo, J. L., & Rodríguez, M. (202). Producción y empleo de abonos orgánicos fermentados: Algunas experiencias en el cultivo del pepino en huertos de pequeños agricultores. ANAP. 14.
- Ramos , & Terry. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. En *Cultivos tropicales*, 35 (4) (págs. 52 - 59).
- Ramos , D., Terry , E. A., Soto , F., & Cabrera, J. (2014). *Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro*. Panamá: Cultivos Tropicales, 35(2), 90-97.
- Restrepo Rivera , J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. : experiencias con agricultores en mesoamérica y Brasil (No. IICA F04 03)*. IICA. San Jose - Costa Rica.
- Restrepo Rivera, J., & Hensel, j. (2010). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra (No. 631.584/R436p)*. Carmina Editores.

- Restrepo, J. (1996). *Abonos organicos fermentados, experiencias de agricultores en Centro America (No. 15152)*.
- Rincón Vásquez, J. J. (2015). *Captura y reproduccion de microorganismos eficientes (EM)*.
- Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., Paredes, C., & Bernal, M. P. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Bioresource technology*, 78(3). 301-308.
- Scialabba , & Hattam. (2003). *Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria*. Roma: FAO.
- Shintani, Leblac, & Tabora. (2000). *Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos*.
- Soto, G. (2003). *bonos orgánicos: el proceso de compostaje*. Taller de abonos orgánicos. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.: Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica.
- Sundberg, C., Smårs, S., & Jönsson, H. (2004). Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. *Bioresource Technology*, 95(2). 145-150.
- Tomati, U., Madejon, E., & Galli, E. (2000). Evolution of humic acid molecular weight as an index of compost stability. *Compost science & utilization*, 8(2). 108-115.
- Wezel, & Soldat. (2009). A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline of agroecology. *Earthscan*, 3-18.
- Zhu, N. (2006). Composting of high moisture content swine manure with corncob in a pilot-scale aerated static bin system. *Bioresource technology*, 97(15). 1870-1875.

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1 Anexos

Anexo 1. Croquis del diseño. Asignación de los tratamientos y repeticiones empleados en campo por una tabla de números aleatorios.



Elaborado: Kleber Albarracín

Anexo 2. Registro de temperatura, humedad, relación de peso, materia orgánica, relación Ca/N y pH.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	TEMPERATURA								PROMEDIO	HUMEDAD								PROMEDIO	PESO		Pi-Pf	M.O	C/N	pH
		3	6	9	12	15	18	21	24		3	6	9	12	15	18	21	24		Inicial	Final				
Comercial - 0, 12 L/m3	1	39,9	34,3	35,4	36,1	33,7	32,3	32,6	34,1	34,8	58,0	55,0	51,0	46,0	54,0	50,0	53,0	54,0	52,6	95,3	80,1	15,2	49,0	23,2	5,5
Comercial - 0, 12 L/m3	2	36,1	32,7	33,6	33,7	32,9	31,5	32,5	32,9	33,2	65,0	68,0	65,0	58,0	56,0	41,0	68,0	69,0	61,3	95,3	72,8	22,5	47,0	21,4	5,5
Comercial - 0, 12 L/m3	3	36,3	31,1	34,0	33,8	33,1	31,8	32,2	33,0	33,2	56,0	57,0	56,0	48,0	49,0	63,0	56,0	53,0	54,8	95,3	69,4	25,9	51,0	25,1	5,5
PROMEDIO		37,4	32,7	34,3	34,5	33,2	31,9	32,4	33,3		59,7	60,0	57,3	50,7	53,0	51,3	59,0	58,7							
Comercial - 0, 25 L/m3	1	37,6	32,6	36,1	35,2	34,1	32,3	33,6	33,2	34,3	48,0	49,0	50,0	47,0	55,0	51,0	55,0	52,0	50,9	95,3	69,4	25,9	40,2	18,8	6,0
Comercial - 0, 25 L/m3	2	37,5	35,8	35,7	34,2	33,3	32,5	33,1	32,4	34,3	47,0	64,0	62,0	61,0	52,0	64,0	56,0	61,0	58,4	95,3	64,4	30,9	38,2	16,9	6,0
Comercial - 0, 25 L/m3	3	39,1	34,2	36,3	35,4	33,6	31,7	33,1	34,0	34,7	49,0	53,0	51,0	45,0	48,0	56,0	52,0	-4,0	43,8	95,3	61,1	34,2	42,2	20,7	6,0
PROMEDIO		38,1	34,2	36,0	34,9	33,7	32,2	33,3	33,2		48,0	55,3	54,3	51,0	51,7	57,0	54,3	36,3							
Comercial - 0, 50 L/m3	1	37,7	33,7	34,3	34,1	30,6	31,8	34,2	32,7	33,6	50,0	50,0	51,0	49,0	55,0	52,0	51,0	54,0	51,5	95,3	61,6	33,7	48,1	22,4	5,5
Comercial - 0, 50 L/m3	2	37,6	32,0	32,0	33,3	34,0	32,1	32,7	34,1	33,5	53,0	62,0	68,0	61,0	53,0	72,0	67,0	59,0	61,9	95,3	68,8	26,5	46,2	20,6	5,5
Comercial - 0, 50 L/m3	3	37,3	34,8	34,5	34,4	35,5	31,1	33,6	34,0	34,4	57,0	57,0	56,0	53,0	52,0	68,0	54,0	59,0	57,0	95,3	76,3	19,1	50,2	24,3	5,5
PROMEDIO		37,5	33,5	33,6	33,9	33,4	31,7	33,5	33,6		53,3	56,3	58,3	54,3	53,3	64,0	57,3	57,3							
Captura uno - 0, 12 L/m3	1	38,7	32,4	33,4	33,4	32,9	31,5	30,8	33,2	33,3	59,0	52,0	52,0	42,0	53,0	52,0	50,0	59,0	52,4	95,3	61,1	34,2	38,6	17,2	6,5
Captura uno - 0, 12 L/m3	2	36,3	33,1	34,4	33,9	32,7	32,0	32,9	33,0	33,5	55,0	66,0	62,0	60,0	55,0	65,0	59,0	60,0	60,3	95,3	57,9	37,4	36,5	15,4	6,5
Captura uno - 0, 12 L/m3	3	37,5	31,8	34,8	33,5	32,9	31,3	32,1	33,6	33,4	63,0	65,0	60,0	59,0	50,0	59,0	56,0	57,0	58,6	95,3	74,2	21,1	40,7	19,2	6,5
PROMEDIO		37,5	32,4	34,2	33,6	32,8	31,6	31,9	33,3		59,0	61,0	58,0	53,7	52,7	58,7	55,0	58,7							
Captura uno - 0, 25 L/m3	1	36,0	39,7	33,8	34,8	33,3	32,0	33,2	35,2	34,8	56,0	53,0	51,0	55,0	52,0	58,0	50,0	49,0	53,0	95,3	69,2	26,1	48,2	22,5	5,5
Captura uno - 0, 25 L/m3	2	36,6	30,9	33,9	33,8	33,7	32,3	32,7	33,3	33,4	55,0	66,0	68,0	64,0	54,0	72,0	68,0	59,0	63,3	95,3	72,6	22,7	46,6	21,0	5,5
Captura uno - 0, 25 L/m3	3	37,3	32,0	34,7	35,0	34,8	32,6	33,0	33,2	34,1	59,0	61,0	59,0	56,0	50,0	67,0	55,0	60,0	58,4	95,3	79,7	15,6	50,9	25,0	5,5
PROMEDIO		36,6	34,2	34,1	34,5	33,9	32,3	33,0	33,9		56,7	60,0	59,3	58,3	52,0	65,7	57,7	56,0							
Captura uno - 0, 50 L/m3	1	37,8	32,3	36,0	34,9	33,0	32,3	33,6	33,7	34,2	49,0	46,0	50,0	50,0	54,0	56,0	55,0	50,0	51,3	95,3	60,8	34,5	39,5	12,9	7,0
Captura uno - 0, 50 L/m3	2	37,0	30,3	33,8	34,3	33,7	32,3	32,7	33,5	33,5	56,0	62,0	67,0	60,0	53,0	70,0	61,0	60,0	61,1	95,3	68,7	26,6	37,2	11,5	7,0
Captura uno - 0, 50 L/m3	3	38,0	33,5	34,3	34,6	33,1	31,8	32,5	33,7	33,9	49,0	59,0	51,0	48,0	49,0	58,0	51,0	58,0	52,9	95,3	58,2	37,1	41,5	14,3	7,0
PROMEDIO		37,6	32,0	34,7	34,6	33,3	32,1	32,9	33,6		51,3	55,7	56,0	52,7	52,0	61,3	55,7	56,0							
Captura dos - 0, 12 L/m3	1	39,1	32,5	35,3	35,9	34,6	31,9	33,8	33,1	34,5	54,0	54,0	51,0	50,0	53,0	54,0	51,0	53,0	52,5	95,3	64,5	30,8	28,3	15,5	6,5
Captura dos - 0, 12 L/m3	2	36,5	31,6	32,2	35,4	32,0	32,4	33,2	25,9	32,4	56,0	63,0	67,0	67,0	54,0	69,0	58,0	62,0	62,0	95,3	62,3	33,0	26,5	13,6	6,5
Captura dos - 0, 12 L/m3	3	38,7	34,6	35,5	34,9	33,5	32,0	33,9	34,1	34,7	47,0	55,0	51,0	46,0	50,0	55,0	50,0	55,0	51,1	95,3	66,1	29,2	30,1	17,5	6,5
PROMEDIO		38,1	32,9	34,3	35,4	33,4	32,1	33,6	31,0		52,3	57,3	56,3	54,3	52,3	59,3	53,0	56,7							
Captura dos - 0, 25 L/m3	1	37,5	32,8	35,1	35,1	34,1	32,0	33,2	35,0	34,4	60,0	54,0	52,0	48,0	54,0	50,0	50,0	54,0	52,8	95,3	62,4	32,9	52,0	22,4	5,5
Captura dos - 0, 25 L/m3	2	35,1	31,6	34,4	35,5	33,4	32,1	32,8	32,6	33,4	61,0	66,0	66,0	59,0	56,0	72,0	69,0	61,0	63,8	95,3	73,3	22,0	50,2	20,9	5,5
Captura dos - 0, 25 L/m3	3	37,9	32,2	34,2	34,7	33,7	31,8	32,3	34,3	33,9	54,0	58,0	56,0	52,0	49,0	64,0	54,0	59,0	55,8	95,3	76,7	18,7	54,7	24,8	5,5
PROMEDIO		36,8	32,2	34,6	35,1	33,7	32,0	32,8	34,0		58,3	59,3	58,0	53,0	53,0	62,0	57,7	58,0							
Captura dos - 0, 50 L/m3	1	37,8	30,9	33,8	34,5	31,3	31,6	33,3	33,4	33,3	53,0	54,0	51,0	57,0	53,0	59,0	51,0	55,0	54,1	95,3	64,5	30,8	47,5	21,8	6,0
Captura dos - 0, 50 L/m3	2	38,7	34,6	35,4	33,2	33,1	32,8	32,2	32,6	34,1	49,0	64,0	63,0	65,0	51,0	59,0	55,0	60,0	58,3	95,3	62,7	32,6	45,5	20,0	6,0
Captura dos - 0, 50 L/m3	3	37,4	35,2	34,7	34,6	33,3	32,4	32,2	33,7	34,2	56,0	56,0	54,0	50,0	49,0	59,0	54,0	53,0	53,9	95,3	68,5	26,8	49,5	23,7	6,0
PROMEDIO		38,0	33,6	34,6	34,1	32,6	32,3	32,6	33,2		52,7	58,0	56,0	57,3	51,0	59,0	53,3	56,0							
TESTIGO		37,8	33,8	35,6	34,7	31,8	30,8	31,9	34,0	33,8	54,0	53,0	51	45	50	59	51	51	51,8	95,3	67,4	27,9	48,0	22,2	5,0

Elaborado: Kleber Albarracín

Anexo 3. Resultado de las variables estudiadas de cada tratamiento.

Tratamiento	Temperatura	Humedad	R=Pi-Pf	R=C/N	U.M	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	M.O	PH	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
EM comercial - 0,12 L/m ³	34,43	56,21	30,32	23,24	-3,10	0,60	0,12	0,37	0,73	0,22	0,05	49,00	5,5	22,00	61,00	36,00	841,00	384,00
EM comercial - 0,25 L/m ³	33,73	51	21,18	18,8	-0,15	0,50	0,14	0,51	0,84	0,51	0,05	40,22	6,0	25,00	64,00	38,00	832,00	390,00
EM comercial - 0,50 L/m ³	33,83	56,79	26,39	22,42	-2,20	0,60	0,16	0,46	0,94	0,28	0,06	48,13	5,5	17,00	66,00	39,00	842,00	406,00
Captura uno - 0,12 L/m ³	34,10	57,08	21,46	17,28	0,54	0,50	0,12	0,39	0,80	0,22	0,07	38,56	6,5	16,00	62,00	36,00	835,00	390,00
Captura uno - 0,25 L/m ³	33,40	58,21	30,90	22,83	-2,70	0,60	0,13	0,39	0,84	0,24	0,07	48,57	5,5	16,00	62,00	37,00	834,00	396,00
Captura uno - 0,50 L/m ³	33,87	55,08	32,73	12,88	0,72	0,70	0,15	0,55	0,97	0,28	0,06	39,39	7,0	21,00	63,00	36,00	839,00	397,00
Captura dos - 0,12 L/m ³	33,87	55,21	31,00	15,54	0,56	0,30	0,12	0,46	0,87	0,27	0,06	28,31	6,5	24,00	62,00	36,00	838,00	407,00
Captura dos - 0,25 L/m ³	33,90	57,42	24,49	22,7	-1,49	0,70	0,14	0,48	0,87	0,45	0,06	52,30	5,5	14,00	62,00	37,00	842,00	400,00
Captura dos - 0,50 L/m ³	33,87	55,42	30,05	21,83	0,40	0,60	0,14	0,48	0,93	0,29	0,06	47,49	6,0	19,00	65,00	38,00	841,00	41,00
Testigo	33,80	51,75	27,89	22,23	0,00	0,60	0,16	0,42	0,84	0,25	0,05	47,95	5,0	22,00	62,00	35,00	837,00	388,00

Elaborado: Kleber Albarracín

Grafico 4. Porcentaje de macro elementos del análisis Químico en la elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en dosis diferentes.

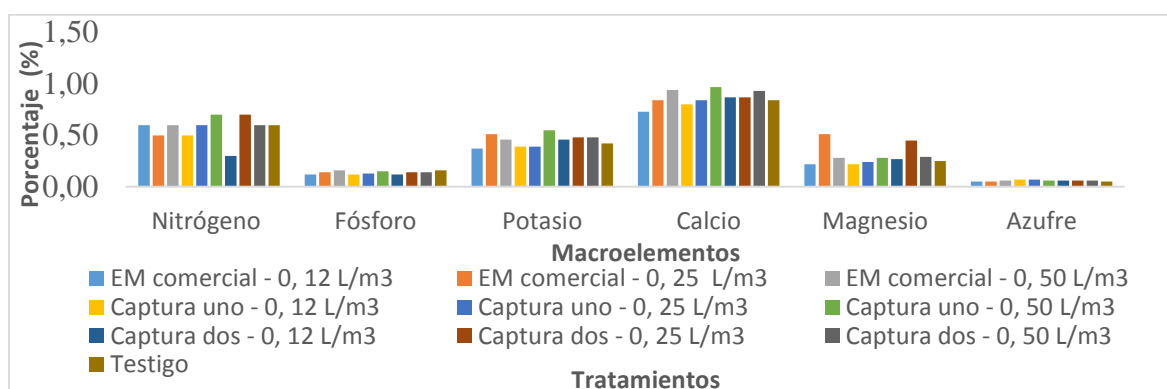


Grafico 5. Porcentaje de micro elementos del análisis Químico en la elaboración de Bocashi utilizando microorganismos en dosis diferentes.

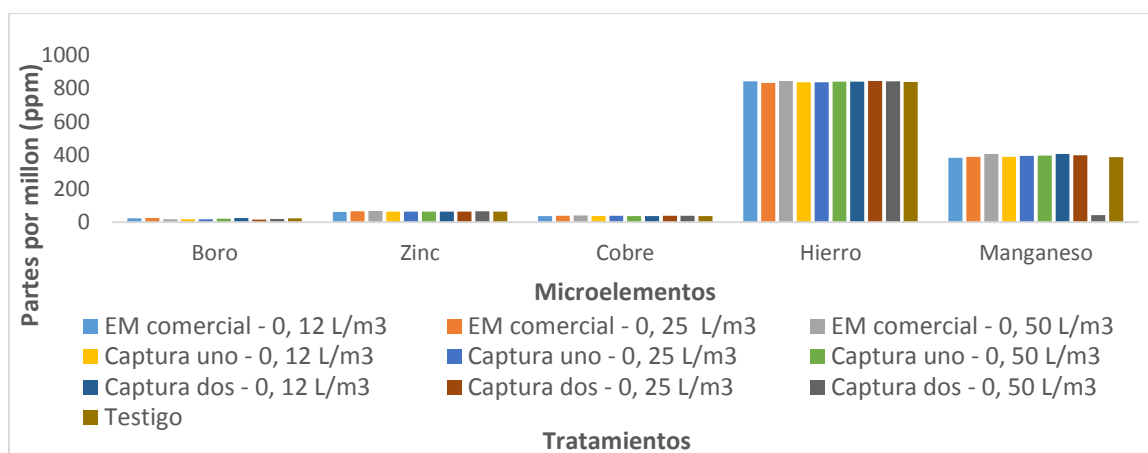


Imagen 3. Captura de microorganismos eficientes en tres diferentes zonas A (cacaoteras), B (cañaverales) y C (plantaciones de Guabas).



Imagen 4. Recipiente captador utilizado en la investigación.



Imagen 5. Aislamiento, purificación e identificación de hongos, levaduras y bacterias presente en las capturas de microorganismos.

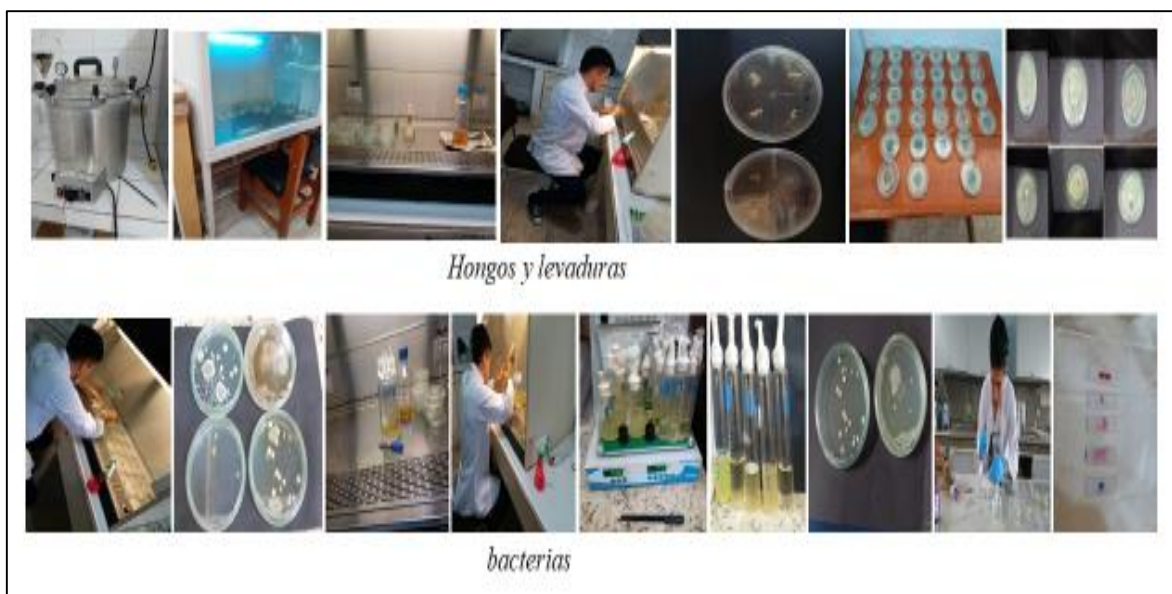



Imagen 6. Reproducción masiva y conservación de los microorganismos capturados.



Imagen 7. Elaboración de bocashi a base de raquis de banano, estiércol de vaca, cal, tierra común, carbón y panca de maíz



Imagen 8. Análisis químico del INIAP de los tratamientos



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Mocahe - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario : Albarracín Macías Miguel Eduardo	Reporte N° : 5781
Nombre de la Propiedad : Sin Nombre	Fecha de muestreo : 13/06/2019
Localización : Parroquia Quevedo Cantón Quevedo Provincia	Fecha de ingreso : 13/06/2019
	Fecha salida resultados : 03/07/2019

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %							ppm			
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
70419	EM1-D1	0.6	0.12	0.37	0.73	0.22	0.05	22	61	36	841	384
70420	EM1-D2	0.5	0.14	0.51	0.84	0.51	0.05	25	64	38	832	390
70421	EM1-D3	0.6	0.16	0.46	0.94	0.28	0.06	17	66	39	842	406
7042	EM2-D1	0.5	0.12	0.39	0.80	0.22	0.07	16	62	36	835	390
70423	EM2-D2	0.6	0.13	0.39	0.84	0.24	0.07	16	62	37	834	396
70424	EM2-D3	0.7	0.15	0.55	0.97	0.28	0.06	21	63	36	839	397
70425	EM3-D1	0.6	0.12	0.46	0.87	0.27	0.06	24	62	36	838	407
70426	EM3-D2	0.7	0.14	0.48	0.87	0.45	0.06	14	62	37	842	400
70427	EM3-D3	0.6	0.14	0.48	0.93	0.29	0.06	19	65	38	841	41
70428	Testigo	0.6	0.16	0.42	0.84	0.25	0.05	22	62	35	837	388

Observaciones: _____

X. W. Infante
Dr. Manuel Carrillo Z.
 RESPONSABLE DPTO.

[Signature]
LABORATORISTA