



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

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

Identificación de macronutrientes, micronutrientes y microorganismos en el bocashi
elaborado en base a residuos ruminales

Autor:

Yong Lescano Jean Jazmany

Director de tesis:

Dra. Silvia Saucedo Aguiar

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, Yong Lescano Jean Jazmany, 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 los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

Yong Lescano Jean Jazmany

C.I.: 1207162858

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita Dra. Silvia Saucedo Aguiar, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado, Yong Lescano Jean Jazmany, realizó el proyecto de investigación titulado **“Identificación de macronutrientes, micronutrientes y microorganismos en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.

Dra. Silvia Saucedo Aguiar

DIRECTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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



The screenshot shows the URKUND interface with the following details:

- Documento:** [TESIS YONG definitiva.docx](#) (D64185836)
- Presentado:** 2020-02-20 18:33 (-05:00)
- Presentado por:** Favio (fherrerae@uteq.edu.ec)
- Recibido:** fherrerae.uteq@analysis.orkund.com

A yellow highlight indicates that **6%** de estas 15 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

At the bottom, there is a navigation bar with icons for document analysis, search, and navigation (up, left, right arrows).

Dra. Silvia Saucedo Aguiar
DIRECTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

“Identificación de macronutrientes, micronutrientes y microorganismos en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales”

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

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2020

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios quien me ha permitido cumplir unos mis objetivos brindándome dando la fortaleza para cumplir cada una de mis metas que me he propuesto seguir y sobre todo permitirme estas rodeado de personas en mi vida que han sido fundamental durante toda mi vida.

Agradezco a las autoridades de la Universidad y la Facultad de Ciencias Agrarias, a mis docentes por cada uno de los conocimientos impartidos durante todo el periodo de estudios, por la paciencia requerida, los consejos y amistad que se creó durante mi preparación.

A la Dra. Silvia Saucedo Aguiar, Directora del Proyecto de Investigación por su constante apoyo y motivación para poder culminar con prolijidad este trabajo que ha sido de mucho aporte en mi formación académica.

Gracias a cada una de las personas que me ayudaron de forma directa e indirectamente en este proyecto y durante los años de preparación, les estaré eternamente agradecido.

Yong Lescano Jean Jazmany

DEDICATORIA

Sin duda va dedicado primeramente a Dios por darme las fuerzas y habilidades para culminar una de mis grandes metas.

A mi madre, Carmen Elizabeth Lescano Solano por su enorme sacrificio durante estos largos años supo darme su apoyo y su amor incondicional.

A mi padre, Pedro Arturo Yong Rizzo por darme siempre sus consejos apoyarme cuando más lo necesitaba, gracias por guiarme por el camino del bien, gracias por todo eres un ejemplo a seguir.

A mi esposa Josselyn Pamela Zambrano Cueva por su apoyo incondicional, por darme su ayuda siendo un pilar fundamental en esta meta, sin tu ayuda esto no sería posible.

A todos mis familiares y amigos por cada palabra y gesto de aliento que supieron expresarme demostrando su incondicional afecto y comprensión.

Yong Lescano Jean Jazmany

RESUMEN

El uso de enmiendas orgánicas como el bocashi son muy conocidos a nivel mundial, sin embargo, las investigaciones son poco precisa sobre sus contenidos nutricionales y se hace poca referencia a la carga microbial existente. La presente investigación tuvo como objetivo general Identificar los macro, micronutrientes y microorganismos de bocashi elaborado de residuos ruminales y vegetales. De acuerdo con los objetivos específicos en la investigación se analizo la relación C/N; temperatura, humedad y pH durante 15 días. Para el efecto se aplicó el método completamente al azar con cuatro tratamientos en seis repeticiones. Todos los tratamientos presentaron N, P, K, Ca, Br, Zn, Co, Fe, Mg, S y MO así mismo se registró bacterias *Pseudomonas* spp., hongos *Aspergillus niger*, actinomicetos y levaduras. En la variable de pH los tratamientos no difieren estadísticamente siendo el mayor el T1 con un valor de 5,43 sin embargo todos los tratamientos mencionado difieren del testigo que presenta el promedio más bajo de 4,84. En la variable de humedad no hay diferencias estadísticas entro los tratamientos y el testigo, siendo el mayor porcentaje 51,81% registrado en el T1; la mayor temperatura se presentó en el testigo con 45,95°C grados centígrados seguido del tratamiento 3 con una promedio de 45,83°C. Todos los tratamientos presentaron la relación carbono/nitrógeno siendo el mayor el testigo con 23,8% C/N; seguido del tratamiento 2 con 12,4% C/N. La producción de bocashi a partir de residuos ruminales asociado con otros materiales constituye una alternativa de abono.

Palabras claves: temperatura, humedad, pH, levaduras, ruminales, agroecosistema.

ABSTRACT

The use of organic amendments such as bocashi are well known worldwide, however, research is not very precise on their nutritional content and little reference is made to the existing microbial load. The present investigation consisted in the elaboration of bocashi to identify the chemical and microbiological properties, the C / N ratio; also the temperature, humidity and pH for 15 days. For this purpose, the method was applied completely at random with four treatments in six repetitions. All treatments presented N, P, K, Ca, Ca, Br, Zn, Co, Fe, Mg, S and MO. Likewise, *Pseudomonas* bacteria, *Aspergillus niger* fungi, actinomycetes and yeasts were registered. In the pH variable, treatments 1; two; and 3 do not differ statistically, the highest being T1 with a value of 5.43, however, all the mentioned treatments differ from the control that presents the lowest average of 4.84. In the humidity variable there are no statistical differences between the treatments and the control, the highest percentage being 51.81% registered in T1; the highest temperature was presented in the control with 45.95°C degrees centigrade followed by treatment 3 with an average of 45.83°C. All the treatments presented the carbon / nitrogen ratio, the highest being the control with 23.8% C / N; followed by treatment 2 with 12.4% C / N. The production of bocashi from ruminal residues associated with other materials constitutes a compost alternative.

Keywords: temperature, humidity, pH, yeasts, ruminants, agroecosystem

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INDICE	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
TABLA DE ANEXOS.....	xiv
CÓDIGO DUBLÍN	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Problematización.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Justificación.....	6
CAPITULO II FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. Marco teórico	9
2.1.1. El bocashi	9
2.1.1.2. Características del bocashi	10
2.1.1.3. Importancia del bocashi	11
2.1.1.4. Factores considerados la elaboración del abono orgánico bocashi	12
2.1.2. Modo de elaboración del bocashi	13
2.1.3. Materiales y aportes en la producción del bocashi	14
2.1.3.1. Estiércol.....	15

2.1.3.2. Sangre bovina.....	15
2.1.3.3. Tierra de bosque virgen y el líquido inoculador.....	15
2.1.3.4. Carbonato de calcio o cal agrícola	16
2.1.3.5. Melaza de caña.....	16
2.1.3.6. Contenido ruminal.....	16
2.1.4. Microorganismos que se encuentran en el rumen	16
2.1.4.1. Uso de microorganismos	17

CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del experimento.....	19
3.2. Características agroclimáticas	19
3.3. Tipo de investigación	19
3.4. Métodos de investigación.....	19
3.5. Fuente de recopiación de información	20
3.6. Diseño de investigación.....	20
3.6.1. Características de las unidades experimentales	20
3.7. Instrumento de Investigación	21
3.7.1. Factores en estudio	21
3.7.2. Tratamientos en estudios	21
3.8.1. Obtención y adecuación de materiales	21
3.9. Registro de datos y formas de evaluación	23
3.10. Tratamiento de los datos.....	24
3.11. Recursos humanos y materiales	24
3.11.1. Recursos humanos	24
3.11.2. Material genético.....	24
3.11.3. Herramientas y Equipos	25

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

4. Resultados.	27
4.1. Temperatura.....	27
4.2. Humedad	29
4.3. pH.....	29
4.4. Concentraciones de macro y micronutrientes.....	30
4.5. Microorganismos presentes en el bocashi	32

4.6.	Análisis microbiológico	32
4.7.	Discusión.....	33
CAPITULO V CONCLUSIONES RECOMENDACIONES		
5.1.	Conclusiones	36
5.2.	Recomendaciones.....	37
CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA		
6.	Bibliografía	39
CAPITULO VII ANEXOS		
7.1.	ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	20
Tabla 2	Análisis de la temperatura en el bocashi elaborado en base a residuos ruminal.	27
Tabla 3	Análisis de humedad en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales .	29
Tabla 4	Análisis del pH en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales.....	30
Tabla 5	Análisis de las concentraciones de macro y micronutrientes en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales.....	31
Tabla 6 .	Identificación de los microorganismos presentes en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales	32

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1	Recolección y picado de las leguminosas	45
Anexo 2	Recolección de líquido ruminal en el camal	45
Anexo 3	Elaboración del abono orgánico bocashi	46
Anexo 4	Volteo y evaluación del proceso de fermentación	46
Anexo 5	Medición de temperatura, humedad y pH.....	47
Anexo 6	Recolección de muestras para la elaboración de los análisis	47
Anexo 7	Análisis microiológico del bocashi	48
Anexo 8	Resultado del análisis nutrimental del abono bocashi	49

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Identificación de macronutrientes, micronutrientes y microorganismos en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales
Autor:	Yong Lescano Jean Jazmany
Palabras claves:	Temperatura, humedad, pH, levaduras, ruminales, agroecosistema.
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quito: EPN, 2020
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>El uso de enmiendas orgánicas como el bocashi son muy conocidos a nivel mundial, sin embargo, las investigaciones son poco precisa sobre sus contenidos nutricionales y se hace poca referencia a la carga microbial existente. La presente investigación consistió en la elaboración de bocashi para identificar las propiedades químicas y microbiológicas, la relación C/N; igualmente la temperatura, humedad y pH durante 15 días. Para el efecto se aplicó el método completamente al azar con cuatro tratamientos en seis repeticiones. Todos los tratamientos presentaron N, P, K, Ca, Ca, Br, Zn, Co, Fe, Mg, S y MO así mismo se registró bacterias Pseudomonas, hongos Aspergillus niger, actinomicetos y levaduras. En la variable de pH los tratamientos 1; 2; y 3 no difieren estadísticamente siendo el mayor el T1 con un valor de 5,43 sin embargo todos los tratamientos mencionado difieren del testigo que presenta el promedio más bajo de 4,84. En la variable de humedad no hay diferencias estadísticas entro los tratamientos y el testigo, siendo el mayor porcentaje 51,81% registrado en el T1; la mayor temperatura se presentó en el testigo con 45,95°C grados centígrados seguido del tratamiento 3 con una promedio de 45,83°C. Todos los tratamientos presentaron la relación carbono/nitrógeno siendo el mayor el testigo con 23,8%C/N; seguido del tratamiento 2 con 12,4%C/N. La producción de bocashi a partir de residuos ruminales asociado con otros materiales constituye una alternativa de abono.</p>
Descripción:	
URI:	

I. INTRODUCCIÓN

El incremento de la población mundial (7 000 millones de personas) Crossette, (2011); ligado al incremento de la demanda alimenticia, ha ocasionado el uso intenso de los recursos naturales; obteniendo un impacto negativo en el medioambiente y ocasionando que los sistemas de producción cada vez se vuelvan menos sostenibles y sustentables. (Ramos *et al.*, 2014) La tendencia global en la producción de alimento requiere de los conocimientos básicos, entre ellos la producción y uso de los abonos orgánicos que se aplican al suelo.

En Ecuador el desarrollo de comunidades urbana y rural genera la demanda de alimentos para suplir las necesidades de una población, (Álvarez y Cun, 2017) entre ellas están los camales donde se sacrifica ganado para consumo humano, al tiempo que se produce residuos del proceso de faenamiento, de origen orgánico, estos residuos en general no son aprovechados y contaminan el ambiente.

Los bovinos son la especie más faenada en los camales, del 100% del peso vivo del animal la cantidad de residuos que produce un animal faenado es del 31% (Jaramillo y Díaz, 2017) debido a productos líquidos residuales como contenido ruminal y del sistema gastrointestinal, sangre, orina y agua del aseo del camal y sólidos (huesos, tejidos, grasas y heces).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento de gran importancia al momento de realizar agricultura ya que se convierten en reguladores de algunos procesos relacionados con la productividad agrícola. (Terry y Ramos, 2014) El abono orgánico bocashi (en japonés: Materia orgánica fermentada) es un tipo de abono orgánico, donde se utilizan mezclas de diferentes materiales o residuos orgánicos y que a su vez se enriquecen con minerales y microbiología de forma natural en un proceso aeróbico de fermentación.

Entre los diferentes materiales que se utilizan para la elaboración del bocashi nos encontramos con los residuos ruminales que resulta del faenamiento del ganado bovino. Existen investigaciones en donde se utiliza este residuo como una alternativa ecológica para elaborar bocashi aprovechando estos productos residuales (Bermeo, 2018). Pero muy poco se conoce sobre el contenido de microorganismos, macro y micronutrientes que contiene la mezcla de este producto con materia vegetal.

Considerando lo expuesto anteriormente la siguiente investigación propone identificar los macro, micronutrientes y microorganismos presentes en el bocashi elaborado a base de residuos ruminales y vegetales, evaluar los factores que condicionan la elaboración del bocashi, realizar análisis para conocer las propiedades químicas y microbiológicas.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

En Ecuador el incremento de la producción agrícola y con ello el uso de los agroquímicos que perjudican la salud del suelo y humana, está labor agrícola causa empobrecimiento de los suelos ocasionando degradación, disminución de la población de microorganismos y otras afectaciones visibles al sistema.

Los abonos orgánicos son una alternativa que previenen estos problemas ocasionados por los insumos agrícolas y que benefician la vida del suelo.

El bocashi es un abono orgánico que se produce mediante la mezcla de algunos materiales de origen orgánico que se encuentran con gran facilidad en las fincas productoras.

Los residuos ruminales han demostrado ser eficientes usados como material en la elaboración del bocashi. Este abono es usado como enmienda orgánica aplicada al suelo, sirviendo de abono a las plantas.

Los residuos ruminales podrían ser considerados como un material alternativo en la elaboración del abono orgánico bocashi. Estudios de las propiedades químicas y microbiológicas del bocashi son necesarias.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los macro, micronutrientes y microorganismos de bocashi elaborado de residuos ruminales y vegetales?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Qué factores condicionan la elaboración del bocashi?

¿Cuáles serán las propiedades químicas y microbiológicas que presenten los tratamientos?

¿En qué porcentajes y cantidades se presentan las propiedades químicas y microbiológicas en el abono orgánico bocashi?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Identificar los macro, micronutrientes y microorganismos de bocashi elaborado de residuos ruminales y vegetales.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los factores que condicionan la elaboración de bocashi.
- Realizar un análisis de las propiedades químicas y microbiológicas para establecer cuáles de los tratamientos posee las mejores concentraciones, partes por millones y poblaciones de microorganismos.
- Caracterizar las propiedades químicas y microbiológicas que se presenten en los tratamientos.

1.3. Justificación

En el Ecuador al igual que algunos países, el uso de abonos orgánicos está ganando espacio gracias a las bondades que estos contienen, además se disminuye el uso de productos químicos que son perjudiciales para el medio ambiente y toda su relación con las otras especies incluido el ser humano.

El bocashi es un abono orgánico muy conocido y elaborado por pequeñas microempresas y por agricultores; debido a los aportes de materia orgánica, nutrientes y poblaciones microbianas que existe en los propios residuos, elaborado en condiciones controladas, que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición, capaz de fertilizar las plantas y al mismo tiempo nutrir el suelo.

El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitoreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados. Como es de conocimiento general el bocashi es un abono que se lo puede elaborar con diferentes materiales disponibles en diversas zonas de trabajo, más la creatividad de los productores, hace que se pueda variar las formulaciones y las recetas para su elaboración.

Adoptando el concepto de creatividad y combinación de materiales, se destaca el uso de residuos ruminales, los cuales contienen organismos benéficos que pudieran enriquecer el producto final del bocashi. Los residuos ruminales son un producto (no útil después de la faenación de ganado) que generan contaminación ambiental y son dispuestos en vertientes de agua o se realiza un mal tratamiento o ninguno en estos desperdicios.

Existen investigaciones en donde utilizan la preparación de abono orgánico bocashi con los residuos ruminales de los camales, como una estrategia de mitigar el impacto ambiental al reutilizar estos recursos.

Este trabajo podría beneficiar a pequeños agricultores y estudiante utilizando residuos ruminales en la elaboración y preparación del bocashi.

El siguiente proyecto de investigación tiene la finalidad de dar a conocer las propiedades químicas y microbiológicas del abono orgánico bocashi elaborado a base de residuos

ruminales. Los resultados aquí obtenidos puedan ser utilizados por pequeños, medianos agricultores y estudiantes para evitar el uso masivo y descontrolado de insumos agrícolas y también usar los residuos ruminales como material para la elaboración del abono bocashi.

CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. El bocashi

Es un abono orgánico semifermentado de origen japonés que se origina en un tiempo más corto que otros abonos orgánicos sólidos permitiendo una utilización rápida hacia el campo. “bocashi” es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada” y una traducción de esta palabra al español es abono orgánico fermentado (Bulluc, 2002).

Para muchos el bocashi es la descomposición fermentativa que se elabora con materia orgánica a fermentar bajo condiciones de oxidación incompleta con la acción de microorganismos facultativos fermentadores, entre ellos tenemos los microorganismos productores de ácido láctico, levaduras, tanto nativos provenientes de materiales propios, como a través de una inoculación microbiana. El uso de inoculante microbiano asegura una buena fermentación y retención de materiales minerales que sustituyen la biosfera en la que se encontraban, evitando que las bacterias productoras de ácido butírico comiencen a actuar sobre la materia orgánica provocando putrefacción y malos olores (Masaki, 2000).

El bocashi ha sido utilizado como abono orgánico por los agricultores japoneses desde hace ya muchos años, 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.

La composta tipo bocashi es un abono orgánico que se puede elaborar con materiales locales, por lo que se pueden hacer variaciones de acuerdo a la materia prima disponible en la región en la que se encuentre (Ramos y Terry, 2014).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia (Alfonso, 2014)

2.1.1.2. Características del bocashi

Según Ramos y Terry (2014), dentro de las características que posee el bocashi hay que resaltar algunas tales como:

- El proceso de descomposición es mucho más rápido, en comparación con otros abonos.
- El proceso de degradación o más bien de fermentación tiene un periodo de 10 a 15 días.
- Brinda la oportunidad de utilizar una gran variedad de materiales orgánicos
- Requiere la realización de volteos frecuentes debido a que es un proceso enteramente aeróbico.
- Alcanza temperaturas de 40 a 60°C siempre y cuando las mezclas sean las adecuadas y los factores que condiciones la fermentación permitan el proceso.
- El producto final es materia orgánica en descomposición que aparte de aportar macro, micronutrientes, así como microbiología al ser aplicados al suelo sirven de alimentos al microorganismo que ya se encuentran en el suelo (González, 2013), algunas ventajas que presenta el proceso de elaboración del abono orgánico fermentado Bocashi son:

- No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación.
- Se facilita el manejo del abono, su almacenamiento, transporte y disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y las necesidades de cada productor).
- Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- Se autorregulan agentes patógenos en el suelo, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.
- No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.
- Se da la posibilidad de utilizar el producto final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.

2.1.1.3. Importancia del bocashi

El bocashi aporta materia orgánica para el suelo, que determina sus condiciones físicas, químicas favoreciendo el desarrollo de la vida dentro y encima de él. Al incorporarlo en el suelo como enmienda orgánica aumenta la fertilidad del suelo se convierte en una fuente de materia orgánica influyendo en la coloración del suelo y formación de agregados. Actúa en el suelo sobre tres tipos de propiedades (Martínez y Fuentes, 2008).

a) Propiedades físicas

Porosidad: la presencia de poros pequeños (micro-poros), permite mayor retención de humedad, mientras los poros grandes (macro-poros) favorecen la evacuación de los excesos de agua. Buscar el equilibrio en la porosidad evitara la muerte de la planta por exceso de agua. Si existe la acción contraria y hay poca retención de agua se afecta la actividad fisiológica de la planta (Ansorena, 2000).

Color: el bocashi por su color oscuro, absorbe más radiaciones solares, lo cual ayuda al suelo a ganar temperatura y absorber con más facilidad los nutrientes (Gómez, 2015).

b) Propiedades químicas

Entre los procesos químicos de relevancia se puede mencionar: el suministro de elementos nutritivos por la mineralización en particular la liberación de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes disponibles para las plantas, la reducción de las oscilaciones de pH, la contribución de la capacidad de intercambio catiónico del suelo (Alberta, 2007).

c) Propiedades biológicas

Entre los factores biológicos conviene distinguir que; los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios, constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente al obtener en buenas condiciones el abono, teniendo en cuenta los distintos factores que intervienen en la elaboración del abono bocashi :(temperatura, humedad, aireación, tamaños de las partículas el pH) (Castillo, 2007).

2.1.1.4. Factores considerados la elaboración del abono orgánico bocashi

Según Méndez (2014), al momento de elaborar el bocashi se debe considerar varios factores que intervienen, también pueden alterar la microbiología y la química del abono orgánico bocashi como son:

a) Temperatura

La temperatura es uno de los componentes que determinan ciertas certificadoras la aprobación del proceso de elaboración y manufactura ya que se recomienda que sean superiores a 55°C. incluyendo en esto la temperatura está en fluctuara dependiendo del incremento de la actividad microbiológica del abono orgánico bocashi las mismas que en pocas horas de preparado comienza a incrementar y en un tiempo de 24h debe llegar máximo a los 55°C y mínimo a los 50°C aumentando la descomposición del montículo de abono favoreciendo a los microorganismos que están presentes en el proceso de fermentación y descomposición.

b) Humedad

La humedad es la encargada en determinar las condiciones favorables para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica que se va activando en las etapas del proceso (mesófila, termófila fermentación, descomposición y desinfección) cuando está fabricándose el abono. Es vital saber cuál es la humedad óptima para el buen funcionamiento de los microorganismos la misma que debe oscilar entre un 50 y 60 %. Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad.

c) Aireación

La aireación como es un abono semi-fermentado el proceso es aeróbico con lo que se hace necesario contar con una buena disponibilidad de oxígeno. Se considera conveniente que exista una concentración entre el 5% y el 10% de oxígeno en los macroporos de la mezcla. Los microporos, por su parte, no deben tener exceso de humedad porque hacen el proceso anaeróbico y no se produce un abono de buena calidad.

d) Tamaño de partículas

El tamaño de las partículas de los ingredientes. La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiana.

Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado.

Cuando la mezcla tiene demasiadas partículas pequeñas, se puede agregar relleno de paja o carbón vegetal.

e) Potencial de hidrogeno (pH)

El pH necesario para la elaboración del abono es de un 6 a 7.5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiana en la descomposición de los materiales

2.1.2. Modo de elaboración del bocashi

Una vez que se ha determinado la cantidad necesaria a fabricar y se tienen todos los ingredientes necesarios, se escoge un lugar protegido del sol y lluvia, cerca de una toma de agua. Si no se cuenta con el lugar, el bocashi ya preparado deberá taparse. Asimismo, se debe trabajar sobre un terreno plano de tierra firme o encementado.

Se colocan por capas los ingredientes en el siguiente orden: cascarilla de arroz o paja, tierra, estiércol, carbón, cascarilla de arroz o salvado o concentrado.

La melaza o panela disuelta en agua tibia. Se diluye en el agua que se va utilizando. El agua se aplica uniformemente, mientras se va haciendo la mezcla de todos los ingredientes y solamente la necesaria (Coronado, 2017).

Preferiblemente aplicar con una regadera para una mejor distribución de la humedad. No se volverá a aplicar agua. Es recomendable aplicar la prueba del puño para verificar la humedad de la mezcla. Esta se hace tomando un puño de la mezcla y apretándolo.

El punto óptimo es cuando se toma la cantidad en la mano, se aprieta formándose un puñado que fácilmente se desmorona y al soltarlo deja la mano mojada. Si al abrir la mano se desmorona, le falta agua; si escurre, demuestra el exceso de agua por lo que se debe dejar de aplicar hasta la próxima aplicación rectificar su humedad. Para corregir el exceso de agua se debe agregar más materia seca (Barreto, 2008).

Se recomienda darle dos o tres vueltas a toda la mezcla o las necesarias hasta que quede uniforme. Una vez mezclada, se extiende hasta que quede de una altura de 50cm como máximo. En lugares muy fríos se recomienda inicialmente dejarlo bien alto para permitir que la fermentación se acelere. Se cubre con costales o lona.

Si el montón se deja sin voltear durante los primeros tres días de la fermentación, el abono tiende a subir a más de 80°C, lo que no se debe permitir. No es recomendable que la temperatura sobrepase los 50°C. Para lograrlo, los primeros cuatro días se recomienda darle dos vueltas a la mezcla por la mañana y tarde (INIAP, 2002).

Una buena práctica es rebajar gradualmente la altura del montón a partir del tercer día hasta lograr más o menos una altura de 20 centímetros al octavo día. A partir del cuarto día se puede realizar una vuelta diaria. Entre los 12 y los 15 días, el abono fermentado ya ha logrado su maduración y su temperatura es igual a la temperatura ambiente, su color es gris claro, queda seco con un aspecto de polvo arenoso y consistencia suelta (Hernández *et al.*, 2010).

2.1.3. Materiales y aportes en la producción del bocashi

Los abonos orgánicos principales son a base de estiércoles, compost, incorporación de restos vegetales, restos de cultivos y abonos verdes, entre otros, Ya que su incorporación además de aportar nutrientes necesarios para nuestros cultivos también aporta beneficios a mediano y largo plazo como son la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. El uso de inoculante microbiano asegura una buena fermentación, evitando que las bacterias productoras de ácido butírico comiencen a actuar sobre la materia orgánica provocando putrefacción y malos olores.

Desde el punto de vista químico, el aporte de materia orgánica de manera continuada y periódica, aumenta el contenido de humus estable en el suelo el cual tiene un gran potencial

de nutrición, por mejorar la capacidad de retención de nutrientes y su disponibilidad para la planta (Pomares y González, 2008).

2.1.3.1. Estiércol

Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad del suelo con algunos nutrientes.

Dependiendo de su origen, puede aportar inoculo microbiológico y otros materiales orgánicos en menor o mayor cantidad. Los cuales mejoran las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplica el abono (Bertolí *et al.*, 2015).

2.1.3.2. Sangre bovina

La sangre es un líquido de color rojo escarlata, localizado en el sistema circulatorio del organismo animal. Es un producto que se obtiene después del sacrificio de las reses este sacrificio podría darse ya sea en camal. La sangre proveniente de los mataderos es rica en proteínas y nitrógeno, hablando en términos económicos resulta favorable recuperarla y transformarla en sangre desecada o harinas de sangre (Villagómez, 2014).

2.1.3.3. Tierra de bosque virgen y el líquido inoculador

Estos dos ingredientes constituyen la principal fuente de inoculación microbiológica para la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Es el arranque o la semilla de la fermentación. Los agricultores centroamericanos, para desarrollar su primera experiencia en la elaboración de los abonos fermentados, utilizaron con éxito la levadura para pan en barra o en polvo, la tierra de floresta o los dos ingredientes al mismo tiempo, (PESA, 2007).

Después, y ya con la experiencia, seleccionaron una buena cantidad de su mejor abono curtido, tipo bocashi (semilla fermentada), para utilizarlo constantemente como su principal

fuentes de inoculación, y entregarle al suelo una gran cantidad de vitalidad acompañado de una determinada cantidad de levadura.

Eliminaron así el uso de la tierra de floresta virgen, evitando consecuencias graves para el deterioro del suelo y del manto de los bosques (Álvarez *et al.*, 2010).

2.1.3.4. Carbonato de calcio o cal agrícola

su función principal es regular la acidez que se presenta durante todo el proceso de la fermentación, cuando se está elaborando el abono orgánico, dependiendo de su origen, natural o fabricado puede contribuir con otros minerales útiles en las plantas (Ortega, 2012).

2.1.3.5. Melaza de caña

la melaza es un subproducto derivado de la caña de azúcar, es la principal fuente de energía para la fermentación de abonos orgánicos, favorece la multiplicación de la actividad microbológica. Es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes (Restrepo, 2010).

2.1.3.6. Contenido ruminal

El contenido ruminal es un producto obtenido de la matanza del ganado y representa el alimento ingerido por los animales poligástricos que es desechado al momento del sacrificio. Es una mezcla de material no digerido que tiene la consistencia de una papilla gástrica, con un color amarillo verdoso y un olor característico muy intenso cuando está fresco (Montoya, 2008).

El rumen es un ecosistema anaeróbico que presenta características muy particulares de pH, temperatura y una inmensa población de microorganismos en los cuales están como protozoos, hongos y bacterias que están en simbiosis con el animal hospedero. (Noro *et al.*, 2010).

2.1.4. Microorganismos que se encuentran en el rumen

Los hongos ruminales producen todas las enzimas necesarias para la polimerización tanto de celulosa como de hemicelulosa y para la hidrólisis de oligosacáridos libres. Estas enzimas son principalmente extracelulares y son producidas durante el estado vegetativo y por las

zoosporas del hongo. Ellos muestran su máxima actividad a amplios rangos de temperatura y pH.

La población de hongos en el rumen es alrededor de 10.000 hongos/mL de contenido ruminal y son capaces de digerir las paredes celulares para permitir la acción degradadora de las bacterias, (Castañeda y Duque, 2005).

Los protozoos representan aproximadamente el 50% de la biomasa microbial del rumen y son una importante, aunque no esencial, población para el rumiante.

Los protozoos ciliados, principalmente organismos del rumen, dependen de las proteínas de la dieta y de su degradación parcial en compuestos de bajo peso molecular para su crecimiento, reduciendo de este modo la cantidad de proteína disponible para el animal huésped.

La población de bacterias ocupa 10^{10} a 10^{11} células/gr. de contenido ruminal, siendo éstos los microorganismos más abundantes. La mayoría son anaerobias estrictas, no pueden sobrevivir en presencia de oxígeno, (Montoya, 2008).

2.1.4.1. Uso de microorganismos

Los microorganismos en la agricultura poseen la 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 (Rodríguez, 2020).

Los microorganismos son imprescindibles para mantener la fertilidad del suelo, para desarrollar cultivos sanos y vigorosos.

Desde hace pocos años, los microorganismos destinados al uso en agricultura están ganando importancia, dado que se han comprobado los resultados positivos de su aplicación como alternativa al uso de otro tipo de fertilizantes alternativos así generando ganancias ambientales en la agricultura (Cortés, 2012).

CAPITULO III
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del experimento

El trabajo de investigación se realizó en el Campus “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo que se encuentra ubicada en el Km 7 vía Quevedo - El Empalme, en la longitud occidental de 79°32'24” y latitud sur de 1°05'18”, a una altura de 75msmm y topografía irregular.

3.2. Características agroclimáticas

Las condiciones agroclimatológicas de la finca se encuentra en una zona climática tropical húmeda, su temperatura media anual es de 24,8°C, precipitación media anual de 2.252mm; humedad relativa de 84%; horas sol 894,0/año.

El suelo presenta una topografía plana, textura franca – limoso con un pH promedio de 5,5 (INAMHI, 2018).

3.3. Tipo de investigación

El tipo de esta investigación es de carácter descriptivo e investigativo que permitió evaluar las propiedades de macro, micronutrientes, propiedades físicas y microorganismos de bocashi elaborado en base de residuos ruminales y vegetales. La investigación experimental permitió manipular y determinar las concentraciones de macro y micronutrientes; así como las colonias de microorganismos.

3.4. Métodos de investigación

Se utilizó el método inductivo partiendo de lo particular a lo general, para la determinación de las diferentes variables acorde a los objetivos planteados para la generación de información fidedigna del tema planteado.

También se usó el método deductivo que permitió partir de diferentes fuentes bibliográficas sobre la elaboración y propiedades del bocashi y el método analítico fue la base para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la evaluación de las variables establecidas.

3.5. Fuente de recopiación de información

En el presente trabajo de investigación se obtuvo la información a través de las observaciones directas de las variables evaluadas como fuente primaria y mediante el apoyo y sustento de libros, revistas y otras fuentes de información científicas como fuentes secundarias.

3.6. Diseño de investigación

Se empleó el diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y seis repeticiones. Las variables de temperatura, humedad, pH, relación carbono/nitrógeno, fueron sometidas al análisis de varianza, se usó la prueba de Tukey al ($p < 0,05$) para la comparación de las medias de los tratamientos. En la tabla 1 se presenta el esquema del análisis de varianza.

Tabla 1 Esquema del análisis de varianza (ADEVA).

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	3
Error	(T-1) – (t-1)	20
Total	(T-1)	23

3.6.1. Características de las unidades experimentales

Las características de las unidades experimentales utilizadas en el desarrollo del trabajo de investigación fueron las siguientes:

- Dimensiones para el establecimiento de los montículos: 2m x 2m
- Dimensiones del ensayo: 12 m x 18 m
- Distancia entre montículos: 1.0 m
- Distancia entre repeticiones: 1.0 m
- Distancia entre tratamientos: 1.0 m
- Número de repeticiones: 6
- Número de tratamientos: 4
- Área total del ensayo: 216 m²

3.7. Instrumento de Investigación

3.7.1. Factores en estudio

El factor de estudio en el presente trabajo de investigación fueron los diferentes materiales en combinación con la cantidad (porcentaje) de cada uno de ellos para elaborar los diferentes tratamientos que se evaluaron en este ensayo.

3.7.2. Tratamientos en estudios

Con los diferentes materiales de elaboración del bocashi y las diferentes cantidades (porcentajes) de los mismos se establecieron los tratamientos que se detallan a continuación (materiales y porcentajes).

T1 Tierra 25% + residuos ruminales 25% + tamo de arroz 25% + residuos vegetales 25%

T2 Tierra 25% + residuos ruminales 50% + tamo de arroz 12.5% + residuos vegetales 12.5%

T3 Tierra 12.5% + residuos ruminales 75% +tamo de arroz 6.25%+residuos vegetales 6.25%

T4 Testigo. (solo residuo ruminal)

3.8. Manejo del experimento

3.8.1. Obtención y adecuación de materiales

Los materiales fueron recolectados en el área de producción de abonos orgánicos de la Facultad de Ciencias Agrarias y los residuos ruminales fue obtenido del Camal Municipal del cantón Quevedo. Los residuos vegetales se obtuvieron en el mercado municipal del canton Quevedo y leguminosas de la zona.

a) Tierra

Tierra de buena calidad específicamente de áreas sembradas con leguminosas se la tamizo para retirar grumos y residuos muy grandes para realizar una mezcla homogénea con los demás materiales.

b) Tamo de arroz, polvillo de arroz, levadura de pan, melaza y carbón vegetal

El tamo de arroz se lo obtuvo en una piladora, se lo remojo para que la humedad sea homogénea en los tratamientos, el polvillo de arroz, la levadura de pan y la melaza fueron comprados y utilizados al momento de la preparación. El carbón vegetal se lo trozó en tamaños más pequeños para facilitar el proceso de fermentación.

c) Residuos de leguminosas

Las leguminosas utilizadas fueron arvenses y residuos de cosechas de algunos cultivos pertenecientes a esta familia, que se las puede conseguir fácilmente en las fincas. Una vez recolectada se la pico en trozos pequeños para ayudar a la descomposición (Ver anexo 1).

d) Residuos ruminales

Los residuos ruminales fueron transportados en tanques desde el camal Municipal del Cantón Quevedo hasta el área de los abonos orgánicos que se encuentran ubicados en el Campus La María, esta actividad se la realizó el día de la elaboración de los abonos para evitar la mortalidad de los microorganismos presentes en los residuos (Ver anexo 2).

e) Elaboración del abono (bocashi)

La elaboración del bocashi se realizó con los materiales descritos anteriormente y en diferentes cantidades según fue el tratamiento.

La primera capa fue la tierra de bosque o fértil, la segunda capa se la realizó con las leguminosas picadas lo más pequeñas para ayudar a su descomposición, la tercera capa fue el residuo ruminal; este debe ser lo más fresco posible, la cuarta capa fue ocupada por el tamo de arroz, seguido el polvillo de arroz. Cada capa fue humedecida con una solución de agua con melaza, levadura de pan y los microorganismos.

Una vez realizados los montículos se mezcló y se verificó que la humedad se encuentre entre un 50 a 60%, para el control de la humedad se realizó la prueba del puño, los montículos

fueron cubiertos con hojas de plátano y se volteó todos los días hasta que finalizó el proceso de fermentación y descomposición.

Las muestras obtenidas de los montículos fueron analizadas en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP), donde se obtuvieron los resultados de macro - micronutrientes y cuáles fueron los microorganismos presentes en el bocashi (Ver anexo 3).

3.9. Registro de datos y formas de evaluación

a) Temperatura, humedad, pH. - La temperatura, humedad y pH fueron medidos diariamente en horas de la mañana durante el desarrollo del trabajo de campo. Esta labor se la realizó con la finalidad de evitar cambios bruscos de estos factores ambientales en la fermentación del Bocashi. Se utilizó un medidor digital 4 en 1 (luz, temperatura, pH y humedad) la misma se la realizó en la parte central del montículo escavando unos 20 a 30 centímetros ver anexo 5.

b) Macronutrientes. - Se cogió una muestra de cada tratamiento al final del proceso de fermentación (ver anexo 6) y se llevaron al laboratorio de suelos y agua del (INIAP - EETP).

Donde el nitrógeno fue analizado con el uso del método de Kjeldahl (Se caracteriza por el uso de ebullición, ácido sulfúrico concentrado que efectúa la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco, el amonio es retenido como bisulfato de amonio y puede ser determinado in situ o por destilación alcalina y titulación), (Romero, 2011).

Para analizar el fosforo y azufre se utilizó el método de calorimetría, que permitió medir el cambio de color. El método comprende dos fases sucesivas: a) Una fase de extracción. b) Una fase de determinación química, (López, 2000).

c) Micronutrientes. - Así mismo en los micronutrientes las muestras se entregaron al laboratorio del (INIAP- EETP). El potasio, calcio, magnesio, azufre, zinc, cobre, hierro, manganeso se aplicó el método de absorción atómica, es un método instrumental de la

química analítica que permite medir las concentraciones específicas de un material en una mezcla y determinar una gran variedad de elementos, (Martínez, 2019).

d) Microorganismos. – la presencia de microorganismo en el abono se evaluó a los 15 días una vez culminado el proceso de fermentación, momento en que está listo para ser utilizado en el campo el abono organico bocashi.

El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de fitopatología de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP (ver anexo 7).

3.10. Tratamiento de los datos

Los datos de las siguientes variables: temperatura, humedad y pH fueron sometidos al análisis de varianza y las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey al (<0.05) para establecer las diferencias estadísticas.

Se utilizaron los programas Infostat y las herramientas estadísticas de Microsfot Excel. Para el tratamiento de las variables de macro, micronutrientes y microbiológicos se realizó una estadística descriptiva.

3.11. Recursos humanos y materiales

3.11.1. Recursos humanos

Para la presente investigación se contó con la asistencia de la Dra. Silvia Saucedo Aguilar en calidad de tutora del proyecto de investigación.

3.11.2. Material genético

Entre los materiales de campo:

- Residuos ruminales
- Residuos vegetales

3.11.3. Herramientas y Equipos

- Balanza
- Potenciómetro
- Termómetro manual
- Cámara fotográfica
- Pala
- Machete
- Plástico negro

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

4. Resultados.

4.1. Temperatura

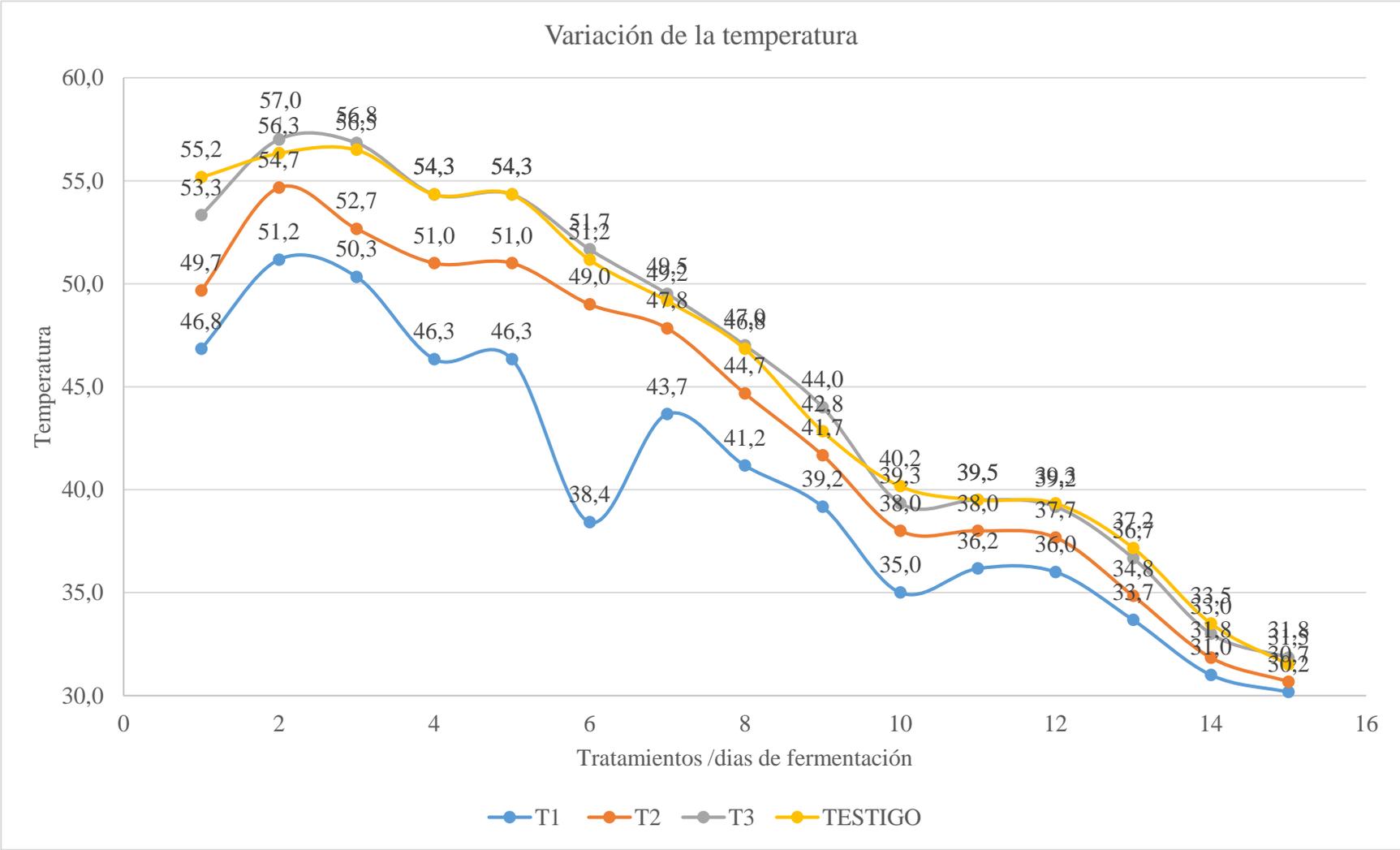
El ANOVA realizado a la variable temperatura al 0.05 de probabilidad demuestra que no existe diferencia significativa en los valores promedios del bocashi en los tratamientos T2; T3 y T4 mientras que estos difieren estadísticamente con el T1 que presenta el menor promedio de 40,36°C. El (T4) testigo, alcanzó la mayor temperatura en todo el proceso debido a que contenía la mayor cantidad de residuo ruminal e inicialmente contiene la mayor cantidad de organismos termófilos lo cual conlleva al aumento de la temperatura.

Tabla 2 Análisis de la temperatura en el bocashi elaborado en base a residuos ruminal.

Tratamientos	Temperatura °C
T1 Tierra 25% + ruminales 25% + tamo de arroz 25% + vegetales 25%	40,36 b
T2 Tierra 25% +ruminales 50% + tamo de arroz 15% + vegetales 10%	43,54 a
T3 Tierra 12.5% +ruminales 75% + tamo de arroz 6.25% + vegetales 6.25%	45,83 a
T4 Testigo. (solo residuo ruminal)	45,85 a
Promedio	43,89
Coefficiente de Variación	19,34 %

En la figura 1 se muestra la variación de la temperatura alcanzada en los tratamientos durante el proceso de elaboración del bocashi, en la gráfica se puede observar la tendencia que tiene el bocashi desde el momento en que se inicia el proceso de fermentado.

Figura 1. Temperatura alcanzada en el abono después de diferentes días de elaboración.



4.2. Humedad

En la Tabla 3 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos estudiados; presentando un promedio general de 51,58 % de humedad y un coeficiente de variación de 5,37 % respectivamente.

Tabla 3 Análisis de humedad en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales

Tratamientos	Humedad %
T1 Tierra 25% + ruminales 25% + tamo de arroz 25% + vegetales 25%	51,81 a
T2 Tierra 25% +ruminales 50% + tamo de arroz 15% + vegetales 10%	51,41 a
T3 Tierra 12.5% +ruminales 75% + tamo de arroz 6.25% + vegetales 6.25%	51,52 a
T4 Testigo. (solo residuo ruminal)	51,61 a
Promedio	51,58
Coefficiente de Variación	5,37 %

4.3. pH

Realizado el análisis de la variable pH muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos siendo el T2 el que presenta el mayor promedio con un valor de 5.45. Sin embargo, no existe diferencia significativa entre el T1 y el T3. Todos los tratamientos anteriores difieren estadísticamente con el testigo tratamiento 4 que presenta el menor promedio de pH con un valor de 4,84.

Tabla 4 Análisis del pH en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales.

Tratamientos	pH
T1 Tierra 25% + ruminales 25% + tamo de arroz 25% + vegetales 25%	5,43 a
T2 Tierra 25% +ruminales 50% + tamo de arroz 12.5% + vegetales 12.5%	5,45 a
T3 Tierra 12.5% +ruminales 75% + tamo de arroz 6.25% + vegetales 6.25%	5,38 a
T4 Testigo. (solo residuo ruminal)	4,84 b
Promedio	5,28
Coefficiente de Variación	8,57 %

4.4. Concentraciones de macro y micronutrientes

En la Tabla 5 se pueden observar los porcentajes de macro y presentes en los diferentes tratamientos .El análisis nutrimental realizado arrojó que el tratamiento 3 presenta el mayor porcentaje de Nitrógeno con un valor de 0.9% , el fosforo con un porcentaje de 0.14% en los tratamientos 1 y 3.

El T4 obtuvo un porcentaje de 0.27 y 0.85 de potasio y calcio respectivamente siendo mayor que en los demás tratamientos, los elementos magnesio y azufre obtuvieron porcentajes de 0.22 y 0.15% el tratamiento testigo (T4) presentó el porcentaje mayor en la relación C/N con 23,8.

Entre los elementos menores se obtuvo: el (T3) boro con 27 ppm, el zinc obtuvo 65 ppm, el cobre fue mayor en el tratamiento 1 con 39 ppm, el hierro fue mayor en los tratamientos 2 y3 con 840 ppm y el manganeso se encontró en mayor cantidad de ppm en el tratamiento 1 con 371.

Tabla 5 Análisis de las concentraciones de macro y micronutrientes en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales.

CONCENTRACIONES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES (%)							
TRATAMIENTO	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	C/N
T1 al 25 %	0,7	0,14	0,15	0,72	0,22	0,08	11,8
T2 al 50%	0,8	0,10	0,16	0,72	0,22	0,11	12,4
T3 al 75%	0,9	0,14	0,11	0,60	0,21	0,09	8,9
T4 Testigo	0,4	0,40	0,27	0,85	0,18	0,15	23,8

MICRONUTRIENTES (ppm)						
TRATAMIENTO	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganes o	
T1 al 25%	20	64	39	825	371	
T2 al 50%	17	59	31	840	303	
T3 al 75%	27	65	38	840	337	
T4 Testigo	12	64	17	741	227	

4.5. Microorganismos presentes en el bocashi

4.6. Análisis microbiológico

En el análisis microbiológico realizado a los 15 días después de culminado el proceso de fermentación de los tratamientos se encontraron los siguientes microorganismos expuestos en la tabla 6; entre ellos se aprecia la presencia de bacterias y hongos. Dentro del grupo de las bacterias se encontró mayor cantidad de UFC/g ($8,2 \times 10^6$) de *Lactobacilos* en el tratamiento 2. Las levaduras estuvieron presentes en menores cantidades

Tabla 6 . Identificación de los microorganismos presentes en el bocashi elaborado en base a residuos ruminales

TRATAMIENTOS	Bacterias			Hongos	
	<i>Pseudomonas</i> spp. UFC/g	Lactobacillus spp. UFC/g	<i>Actinomiceto</i> ssp. UFC/g	<i>Aspergillus</i> <i>niger</i> UFC/g	Levadura UFC/g
T1	$1,1 \times 10^8$	4×10^5	$1,2 \times 10^7$	$1,8 \times 10^6$	$1,2 \times 10^5$
T2	$1,1 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	Menor de 1×10^3	Menor de 1×10^3
T3	$1,1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$5,4 \times 10^3$	$2,6 \times 10^2$	Menor de 1×10^3
T4 Testigo	$1,1 \times 10^8$	4×10^4	$1,2 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$

4.7. Discusión

Con lo que respecta a los factores que condicionan la elaboración del bocashi se registró el pH durante el proceso de elaboración del bocashi en cada uno de los tratamientos y repeticiones no presentó grandes variaciones, manteniendo un promedio de 43,89 °C. Lo que se acerca a lo expuesto por Hernandez *et al*; (2013), que expone variaciones de temperatura de 26 – 30 °C.

La temperatura es uno de los factores de importancia en la elaboración del bocashi, la cual condiciona la velocidad de reacciones bioquímicas y maduración adecuada de la fermentación (Defieri *et al*; 2005). El pH en los tratamientos fluctuó de 5,28 a 4,84. El valor más bajo presentó el testigo, considerando la combinación de materiales presente en este tratamiento lo cual da como Resultados cercanos a los obtenidos por Sosaranga, (2018), en su investigación, el pH varió con fluctuaciones de 5,4 a 7,0. En general el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termofílica, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro.

Los elementos nutricionales obtenidos al final de la elaboración del bocashi fueron: N: 0.9% en el (T3); este tratamiento obtuvo el mayor porcentaje de Nitrógeno, P: 0.14% (T1-T3); el T4 alcanzó 0.27 y 0.85 en los elementos (K - Ca) en su orden; azufre y magnesio presentaron porcentajes de 0.22 y 0.15%; T4 alcanzó la mayor relación de C/N con 23,8. Ramos *et al*; (2014) presenta porcentajes en su investigación a los 30 días después de la elaboración: % (N 0,86); (P 0,43); (K 1,69); (Ca 1,80); (Mg 1,70); (S 0,14) relación C/N 12.02 %. En relación a las características químicas (Macro-micronutrientes); en los diferentes tratamientos, se encontró diferencias que se le atribuye a las diferentes cantidades de materiales usados en cada tratamiento.

Elementos secundarios se obtuvieron el (T3) boro con 27 ppm, el zinc obtuvo 65 ppm, el cobre fue mayor en el tratamiento 1 con 39 ppm, el hierro fue mayor en los tratamientos 2 y 3 con 840 ppm y el manganeso se encontró en mayor cantidad de ppm en el tratamiento 1 con 371. Resultados que se acercan a los encontrados por Hernandez *et al*;(2013), quien encontró al final el ensayo en el tratamiento que incluye estiércol vacuno valores (mg/kg⁻¹) de: (Cu 56-12); (Fe 1633-65); (Zn 277-314); (Mn 378-17).

Los organismos presentes en el abono; una vez culminado su proceso de fermentación (15 días después de elaborado) presentaron hongos y bacterias como las del género *Pseudomona spp.* Según Santillana; (2006) afirma el uso de *pseudomona sp.* En la elaboración de biofertilizantes; el cual permite crecimiento vegetal y suprime los microorganismos patógenos, estudios han sugerido que estimulan el establecimiento de otros microorganismos beneficiosos asociados a las raíces como las micorrizas.

Las Pseudomonas producen un incremento de la disponibilidad de Fósforo y nitrógeno en forma asimilable para la planta debido a la producción de fitohormonas estimuladoras de la actividad vegetativa, así como la degradación de precursores del etileno. *Lactobacilos, Aspergillus nigger*; filo *actinomiceto spp*, investigaciones realizadas afirman el uso de los actinomicetos como promotores del crecimiento vegetal y controladores biológicos. (González, 2010). Levaduras. Investigaciones realizadas por Pérez et al; (2008), corrobora la presencia del genero Actinomycetes en la elaboración del bocashi.

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

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La temperatura promedio registrada en la fermentación de los tratamientos fue de 40,36 °C, la humedad relativa oscilo entre los 51,58% mismos parámetros que permitieron el correcto proceso de fermentación del abono bocashi.
- Dentro de las propiedades físicas encontramos el pH caracterizándose como rango dentro de lo esperado con promedio de 5,28, valor que lo caracteriza como pH ácido.
- Los elementos nutricionales presentes en los tratamientos: T3 y el T4 presentaron los mayores porcentajes de 0,27 y 0,85 de K-Ca; el tratamiento 4 presento la mayor relación de C/N con 23,8. En el grupo de los elementos menores los elementos con mayor concentración en ppm fue el hierro (Fe) con valores de 840 y manganeso (Mn) con 371 ppm.
- Microorganismo presente en mayor cantidad fue Lactobacilos con $8,2 \times 10^6$ UFC/g, dentro del grupo de los hongos las levaduras fueron presentes en menor cantidad.

5.2. Recomendaciones

Evaluar en plantas el abono orgánico bocashi elaborado en base a residuos ruminal y comprobar sus beneficios.

Evaluar la mezcla del abono orgánico bocashi con otros productos aplicados en campo.

Evaluar la durabilidad de las propiedades físico- químicas y microbiológicas después de los 15 días de elaboración para verificar su tiempo de caducidad o viabilidad.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFIA

6. Bibliografía

Álvarez, C. y Cun, J. (2017). Estudio de un impacto ambiental de un camal municipal urbano en la provincia del Oro. Ecuador. UTMACH. Pag. 336.

Barreto, W. (2008). Producción de abonos orgánicos, aplicando procesos de compostaje y lombricompostaje a residuos de las cadenas agrícolas y pecuarias enfocado al bio-mejoramiento del agro colombiano (Doctoral disertación, Universidad de Pamplona). Colombia.

Bermeo, R. (2018). Elaboración de bocashi como alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos del matadero y mercado del distrito de Chulucanas-Morropón. Chulucanas Perú. Tesis de grado. Pag. 3.

Bertolí, M., Terry, E. y Ramos, D. (2015). Producción y uso del abono orgánico tipo Bocashi. Una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Pg. 34

Bulluc, K. (2002). Las enmiendas de fertilidad orgánica y sintética influyen en las propiedades físicas y químicas microbianas del suelo en granjas orgánicas y convencionales. Ecología aplicada del suelo. P: 147 - 160.

Castañeda, y Duque. (2005). Estimación de la digestibilidad intestinal de la proteína del pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) sometido a dos niveles de fertilización nitrogenada orgánica por periodos de fermentación y a dos edades de corte. Trabajo de grado de Zootecnia. Medellín, Colombia.

Castillo, N. y Vargas, L. (2007). Estudio comparativo de tres formas de producción de Bocashi elaborados en el Campus Agropecuarios UNAN. León. Tesis doctoral. Pag. 12-13
Santillana, (2006). Producción de Fertilizantes usando *Pseudomonas sp.*

Crossette; B. (2011). Estado de la población mundial datos reales tomados en tiempo real themdufpt banco nacional de estadística humana y biológica UNFPA Pag. Pedro Sá de Bandeira

Coronado, C. (2017). Incidencia de biol y bocashi en la recuperación de la fertilidad y Edafofauna de suelos agrícolas degradados de la parroquia Mariano Acosta-Imbabura (Bachelor's thesis). Imbabura, Ecuador.

Cortés, A. (2012). Selección de cepas nativas de bacterias diazotróficas simbióticas asociadas a la leguminosa *Clitoria ternatea* en el César y la Guajira.

Defieri, R., Jiénez, D. y Palma, M. (2005). Utilizacion de parámetros químicos y microbiológicos como criterios de madurez el proceso de composteo. *Agriscientia* 22:25-3.

González, V. (2013). Descomposición de materia orgánica y mejoramiento del suelo utilizando el inoculante biológico bacthon (Bachelor's thesis, Quevedo-Ecuador). Quevedo, Ecuador.

Hernandez, O., Figueroa, C., Arras, A. y Ojeda, D. (2013). Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos padecidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua México. Pag. 5

Hernández, Ojeda, López, y Arras. (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Tecnociencia Chihuahua*, 4, (1), 1-6.

INAMHI. (2018). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Departamento de Agrometeorológico del INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Información

Agrometeorológica de la Finca Experimental “La María”. Quevedo, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología,

Jaramillo, L. C., & Díaz, C. Á. (2017, June). Estudio de impacto ambiental de un Camal Municipal urbano en la Provincia de El Oro. Ecuador. In *Conference Proceedings* (Vol. 1, No. 1).

Martínez, Fuentes, y Acevedo. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 8(1), 68-96. Masaki, S. (2000). Bokashi (abono orgánico fermentado). Costa Rica.

Martínez, R. (2019). Optimización económica en el proceso del análisis químico de minerales de cobre, plomo y zinc por espectroscopia de absorción atómica en la empresa SGS del Perú SAC.

González, Y. (2010). Microbiología agrícola y veterinaria. Bogotá, D.C Trabajo de grado Pag, 15

Méndez, F. (2014). Evaluación de la producción primaria de una mezcla forrajera con la aplicación de diferentes niveles de humus y una base estándar de nitrógeno. (Tesis de grado. Ingeniera Zootecnista). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2013). Programa de desarrollo productivo agrario rural, campestre reducción de la degradación de suelos agrarios. Elaboración de bocashi. Pag. 4'pag 5.

Montoya. (2008). Evaluación del contenido ruminal como suplemento alimenticio para el consumo de ganado bovino ensilándolo con *Lactobacillus casei*. Universidad EAFIT Escuela de ingeniería departamento de ingeniería de procesos Medellín. Medellín, Colombia.

Morales, E. (2012). Estudio de las respuestas fenotípicas y fisiológicas del musgo *Ceratodon stenocarpus* ante estrés osmótico, salinidad y congelación bajo condiciones de cultivo in vitro (Doctoral dissertation).

Ortega, P. (2012). Elaboracion del Bocashi sólido y líquido. Universidad de Cuenca. Pg. 37

Pazmiño, J. (2020). Importancia del uso de microorganismos del género *Trichoderma sp.* para el control biológico de los cultivos (*Bachelor's thesis*), BABAHOYO: UTB, Babahoyo, Ecuador.

Pérez, A., Cespedes, C. y Nuñez., P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república Dominicana. 8 (4). Pag. 10-12

PESA. (2007). Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Elaboración y uso del bocashi, El Salvador: FAO. El Salvador.

Pomares, y González. (2008). La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Madrid.

Quispe, Y. y Chávez, C. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*), municipio de Achocalla. *Apthapi*, 3(3), 652-666.

Ramos, D. (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. Panamá.

Ramos, D. y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.

Ramos, D., Alfonso, E., Carreño, F. y Cabrera, J. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Vol. 35, no 2 Pag. 95.

Restrepo, J. (2007). Manual práctico EL A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. 2da, 262. Cali, Colombia: Feriva.

Restrepo, J. (2010). Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. Pg. 15

Rivera, M. (2019). Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. Efecto sobre el cultivo principal. Estudio de caso: el maíz. *Cultivos Tropicales*, 36, 34-50.

Robalino, A. (2019). Aplicación de métodos de identificación de microorganismos patógenos humanos en el banco de cepas celulolíticas del laboratorio de investigación de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Romero, C. (2011). Métodos de análisis para la determinación de nitrógeno y constituyentes nitrogenados en alimentos.

Rodríguez, M. (2020). Evaluación de cuatro dosis de microorganismos benéficos con aplicación materia orgánica (pollaza) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Variedad Grand Rapids Waldeman S Strain, bajo condiciones agroecológicas.

Sánchez, A. (2009). Gestión para la producción más limpia. Bogotá: Escuela Superior de Administración Pública. Lima. Pag. 3-4.

Soranga, C. (2018). Elaboracion y evaluación de tres tipos de bocashi con la aplicación de microorganismos eficaces (EM) en diferentes UPAs de la Comunidad La Matara, Cantón Saraguro. Tesis de grado. Loja- Ecuador. Pag. 41.

Tovar, D. (2019). Efecto del antagonismo de *Trichoderma sp* sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. 'Jalapeño').

Villagómez, D. (2014). Elaboración de Bocashi a partir de residuos del faenamiento del camal de la Maná, Provincia de Cotopaxi. Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Pg. 24

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1. ANEXOS

Anexo 1. Recolección y picado de las leguminosas



Anexo 2. Recolección de líquido ruminal en el camal



Anexo 3. Elaboración del abono orgánico bocashi



Anexo 4. Volteo y evaluación del proceso de fermentación



Anexo 5. Medición de temperatura, humedad y pH



Anexo 6. Recolección de muestras para la elaboración de los análisis



Anexo 7. Análisis microbiológico del bocashi



INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA Y FITOPATOLOGIA
Km. 1 Vía El Empalme Quevedo
Quevedo - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : Yong Lescano Jean Jazmany	Nombre : UTEQ La Maria	Analista : Abono Bocashi
Dirección : Km 23 vía ventanas	Provincia : Los Rios	N° de Reporte : 00029
Ciudad : Ventanas	Cantón : Quevedo	Fecha de Muestreo : 11/02/2019
Teléfono : 0997957837	Parroquia : *****	Fecha de Ingreso : 11/02/2019
Fax :	Ubicación : *****	Fecha de Salida : 12/03/2019

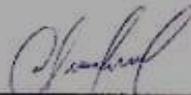
N° Muestr. Laborat.	DATOS DE LA MUESTRA		UFC/gr				
	Identificación	Area	Bacterias	Actinomicetos	Hongos	Levaduras	Lactobacillus
29373	Abono Organico Bocashi T1	UTEQ La Maria	1,1x10 ⁸	1,2x10 ⁷	1,3x10 ⁶	1,2x10 ⁵	4x10 ⁵
29374	Abono Organico Bocashi T2	UTEQ La Maria	1,1x10 ⁶	1,1x10 ⁵	Menor de 1x10 ³	Menor de 1x10 ³	8,2x10 ⁶
29375	Abono Organico Bocashi T3	UTEQ La Maria	1,1x10 ⁴	5,4x10 ³	2,6x10 ²	Menor de 1x10 ³	2,3x10 ⁴
29376	Abono Organico Bocashi Testigo	UTEQ La Maria	1,1x10 ⁸	1,2x10 ⁵	1,3x10 ⁵	1,2x10 ⁴	4x10 ⁴



RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO



La muestra sera guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el cual se aceptaran reclamos de los resultados

Anexo 8. Resultado del análisis nutrimental del abono bocashi



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

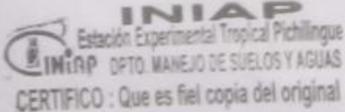
Nombre del Propietario	Yong Rizzo Pedro Arturo	Telf	Reporte N°	5688
Nombre de la Propiedad	Sin Nombre	Cultivo	Fecha de muestreo	02/01/2020
Localización	Ventanas	Los Rios	Fecha de ingreso	02/01/2020
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONO ORGANICO

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Relación C/N	Concentración %						ppm				
			Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobalto	Hierro	Manganeso
72967	Testigo	23.8	0.4	0.40	0.27	0.85	0.18	0.15	12	64	17	741	277
72968	Repetición 1 al 25%	11.8	0.7	0.14	0.15	0.72	0.22	0.08	20	64	39	825	371
72969	Repetición 2 al 50%	12.4	0.8	0.10	0.16	0.72	0.22	0.11	17	59	31	840	303
72970	Repetición 3 al 75%	8.9	0.9	0.14	0.11	0.60	0.21	0.09	27	65	38	840	337

Observaciones: _____

Dr. Manuel Carrillo Z
RESPONSABLE DPTO



Estación Experimental Tropical Pichilingue
DPTO. MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
CERTIFICO : Que es fiel copia del original

LABORATORISTA

