



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**TESIS**

**TEMA**

ELABORACIÓN DE BOKASHI DE MAYOR CONTENIDO  
NUTRICIONAL A BASE DE TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL Y  
RESIDUOS VEGETALES.

**AUTOR**

FRANCISCO JAVIER MORA RODRIGUÉZ

**DIRECTOR**

ING. LUDVICK AMORES PUYOTAXI

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2015

## **CERTIFICACIÓN**

El suscrito, Ing. Agron. Ludvick Amores, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica: Que el señor egresado FRANCISCO JAVIER MORA RODRIGUEZ autor de la tesis de grado “**ELABORACIÓN DE BOKASHI DE MAYOR CONTENIDO NUTRICIONAL A BASE DE TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL Y RESIDUOS VEGETALES**”, ha cumplido con todas las disposiciones respectivas.

-----  
**Ing. LUDVICK AMORES PUYOTAXI**  
**Director de Tesis**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **FRANCISCO JAVIER MORA RODRIGUEZ** 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.

-----  
**FRANCISCO JAVIER MORA RODRÍGUEZ**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Tesis presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias como requisito previo para la obtención del título de:

**INGENIERO AGRONOMO**

**“ELABORACIÓN DE BOKASHI DE MAYOR CONTENIDO NUTRICIONAL A BASE DE TRES TIPOS DE ESTIÉRCOL Y RESIDUOS VEGETALES”.**

**APROBADO:**

-----  
**Ing. David Campi**  
**Presidente del Tribunal**

-----  
**Ing. Cesar Varas**  
**Miembro del Tribunal**

-----  
**Ing. Luis Llerena**  
**Miembro del Tribunal**

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a Dios por darme la vida y lo que en ella tengo.

A mis padres Napoleón Mora y mi madre Bélgica Rodríguez que desde niño me guiaron a una educación que hoy se ve reflejada en esta obra.

A mis hermanos, Kerly y Eduardo ya que gracias a ellos y a sus buenos consejos y buenas actitudes ayudaron de una u otra manera con el desarrollo de mi vida, dando un ejemplo a mis sobrinos que vienen forjando sus conocimientos, esperando que lo sepan seguir con perseverancia y optimismo.

A mis amigos y compañeros ya que junto con ellos hemos culminado esta gran meta que nos planteamos el día que nos conocimos.

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento más grande que tengo que daré es a Dios todo poderoso, ya que me concedió la vida, la protección y la sabiduría para poder diferenciar lo bueno de lo malo.

A mis padres, por todo el esfuerzo y sacrificio brindado, para que no me falte nada y así poder retribuirles con mi meta cumplida.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo A la facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Agronomía y todo su cuerpo de docentes, en especial al ing. David Campi, ing. Luis Llerena, ing. Cesar Varas y el ing. Ludvick Amores por haberme brindado no solo sus conocimientos en el aula de clases sino también su amistad fuera de ella.

A mis amigos, quienes se convirtieron en mi familia adoptiva en estos años de estudio universitario, en especial Ángel, quien fue aquel guía, que siempre nos decía: “La Agronomía no es una carrera de velocidad sino de resistencia”, cosa que es verdad.

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Portada de tesis .....	i
Certificación del director de tesis .....	ii
Declaración de auditoria y cesión de derecho .....	iii
Tribunal de tesis .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice .....	vii
Resumen .....	xiii
Abstract .....	xv
<b>CAPITULO I.</b>	
<b>MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>1</b>
1. <b>INTRODUCCION .....</b>	<b>2</b>
A. Problematización .....	3
B. Justificación .....	3
C. Objetivo .....	4
1. General .....	4
2. Específicos .....	4
D. Hipótesis .....	4
<b>CAPITULO II.</b>	
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>5</b>
<b>REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Agricultura Orgánica .....	6
2.2 Abonos Orgánicos .....	7
2.3 Que es el bokashi .....	8
2.3.1 Importancia del bokashi .....	10
2.3.2 Procedimiento para elaborar bokashi .....	11
2.3.3 Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico fermentado .....	12
2.3.3.1 Temperatura .....	12

2.3.3.2 Relación Carbono/Nitrógeno.....	13
2.3.3.3 Humedad .....	14
2.3.3.4 pH .....	15
2.3.3.5 La aireación .....	15
2.3.3.6 Tamaño de las partículas.....	15
2.3.4 Residuos utilizados para elaborar bokashi.....	16
2.3.4.1 Residuos orgánicos.....	16
2.3.4.2 Actividad agropecuaria.....	16
2.3.4.3 Acciones de los estiércoles en el suelo .....	17
2.3.4.4 Actividad agroindustrial .....	17
2.3.4.5 Tiempo de elaboración del bokashi .....	17
2.3.4.6 Transformación de materia orgánica .....	18
2.3.4.7 Costo de producción .....	18

### **CAPITULO III**

<b>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>19</b>
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
A. Localización .....	20
B. Características Agroclimáticas .....	20
C. Factores en Estudio .....	20
1. Residuos vegetales .....	20
2. Estiércoles .....	21
D. Diseño Experimental .....	21
E. Manejo del ensayo .....	21
1. Recolección de residuos vegetales .....	21
2. Recolección de los estiércoles .....	21
3. Análisis de los estiércoles en laboratorio .....	22
4. Triturado y picado de los residuos vegetales .....	22
5. Elaboración del bokashi .....	22
6. Volteo del bokashi .....	22
7. Temperatura (0C), Humedad (%) y pH .....	22
8. Cosecha de bokashi .....	23
F. Variables registradas .....	23
1. Tiempo de elaboración (días) .....	23

2.	Peso del material inicial .....	23
3.	Peso del material final .....	23
4.	Relación peso final/peso inicial (kg) .....	24
5.	Relación carbono/nitrógeno (%) .....	24
6.	Análisis físico-químico .....	24
7.	Análisis Económico .....	25

## **CAPITULO IV**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
4.1. Resultados .....	27
A. Tiempo de elaboración (días).....	27
B. Peso del material inicial.....	31
C. Peso del material final.....	32
D. Relación peso final/peso inicial (kg) .....	33
E. Relación carbono/nitrógeno (%).....	34
F. Análisis físico-químico.....	34
a) Nitrógeno .....	34
b) Fosforo .....	35
c) Potasio .....	35
d) Materia orgánica .....	35
e) pH.....	36
G. Análisis biológico.....	37
H. Análisis Económico .....	38
4.2 Discusiones.....	39

## **CAPITULO V**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
5.1 Conclusiones.....	43
5.2 Recomendaciones .....	43

## **CAPITULO VI**

<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>45</b>
6.1 Literatura citada .....	46

## ÍNDICE DE CUADRO

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
1	Tabla de precios.....	18
2	Peso del material inicial registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	30
3	Promedios de peso del material final registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	31
4	Promedios de la relación peso final/peso inicial registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	32
5	Promedio de relación carbono/nitrógeno registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	33
6	Análisis físico-químico registrado en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	35

7	Análisis biológico registrado en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	36
8	Resultados del análisis económico obtenido en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	37

## ÍNDICES DE FIGURA

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
1	Días de maduración para el estiércol de ganado en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	27
2	Días de maduración para el gallizana en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	28
3	Días de maduración para el estiércol de especies menores registradas en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	29
4	Resultados del análisis económico obtenido en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y residuos vegetales.....	38

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Finca Experimental “La María” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), la cual se encuentra situada en el km 7.5 de la vía Quevedo-El Empalme, su ubicación geográfica es de 01° 06” de latitud Sur y 79° 29” de longitud Occidental, localizada a una altura de 120 metros sobre el nivel del mar. Donde el clima de la zona es tropical húmedo, temperatura media anual de 24.8°C, precipitación anual de 2252.5 mm, humedad relativa del 84% y 894.0 horas de heliofanía de promedio anual, El suelo es de textura franco-arcillosa, topografía y drenaje irregular y pH de 5.8, en la cual se hizo el tema: Elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol (estiércol de ganado, gallinaza y de especies menores; y tres tipos de residuos vegetales (raquis de banano, cascara de maracuyá, desechos de legumbres). Se planteó el objetivo: Seleccionar el bokashi de mayor contenido nutricional. Para lograr obtener ese resultado se planteó como objetivos específicos: Establecer con qué tipo de estiércol y residuo vegetal se alcanza la madurez precoz del bokashi. Evaluar el grado de descomposición química del estiércol y residuos vegetales. Determinar el bokashi resultante de mayor contenido nutricional en N, P, K y microorganismos. Analizar económicamente los tratamientos. La hipótesis planteada fue: El manejo favorable con distintos tipos de estiércol y residuos vegetales ayudarán a obtener un bokashi mejorado con nuevas propiedades tanto físicas como químicas, facilitando una mejor absorción y nutrición en los cultivos.

Los resultados permiten concluir que el tiempo de maduración del bokashi en los tratamientos en estudios se alcanzó a los nueve días. El peso inicial se lo realizó en relación al carbono y nitrógeno que contienen los residuos vegetales y animales en estudio, esto logró equilibrar los elementos y se consiguió un peso de 105,5 lb. para cada tratamiento. Los promedio de peso del material final se registró en el tratamiento a base de estiércol de especies menores +raquis de banano fue el óptimo. Los tratamientos que presentaron la mejor

relación peso final/peso Inicial fue el tratamientos estiércol de ganado +cascara de maracuyá la mayor relación carbono/nitrógeno se obtuvo en la preparación de estiércol de ganado + raquis de banano. El análisis de macro y micronutrientes reportó la mayor cantidad de Nitrógeno en el tratamiento compuesto por estiércol de especies menores + raquis de banano y el mejor tratamiento con materia orgánica fue el tratamiento a base de estiércol de ganado + cascara de maracuyá. La mayor relación beneficio costo se alcanzó con el tratamiento a base de estiércol de especies menores + raquis de banano.

## ABSTRACT

This research was conducted at the Experimental Farm " La Maria " Property of the State Technical University of Quevedo ( UTEQ ) , which is located on 7.5 km of track Quevedo -El Empalme , geographical location is 01 ° 06 " South latitude and 79 ° 29 ' West longitude , located at a height of 120 meters above sea level. Where the climate of the area is humid tropical, annual average temperature of 24.8 ° C , annual rainfall of 2252.5 mm , relative humidity of 84% and 894.0 hours of annual average sunshine hours , the soil is clay loam texture , topography and drainage irregular and pH 5.8 , where the theme was : Development of bokashi higher nutritional content based on three types of manure ( cattle dung , poultry manure and minor species and three types of plant residues ( rachis banana peel . passionfruit , waste vegetable ) the objective was raised: Select bokashi higher nutritional content to achieve such a result was presented as specific objectives: shall establish what type of manure and plant residue early maturity of bokashi is reached rate the degree of chemical decomposition of manure and vegetable waste . Determine the bokashi resulting from higher nutritional content of N, P, K and microorganisms. Economically analyze treatments. The hypothesis was: Pro management with different types of manure and plant residues help to get a much improved with new physical and chemical properties, facilitating better absorption and nutrition in crops bokashi.

The results show that the time of maturation of bokashi in treatment studies was reached within nine days. The initial weight was conducted in relation to carbon and nitrogen containing plant and animal residues under study, it managed to balance the elements and a weight of 105.5 was achieved for each treatment. The average weight of the final material was recorded in the treatment with EEM + RB was optimal. The treatments had the best relationship final weight / initial weight was the EG + CM treatments. Most carbon / nitrogen ratio is obtained in the preparation of EG + RB. Analysis of macro -and micronutrients reported as much nitrogen in the manure treatment consisting of minor species

+ banana rachis and the best treatment with organic matter treatment was based on cattle manure + passion fruit peel. Most cost benefit was achieved with treatment with manure under banana rachis + species.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos se ha percibido mejor la importancia de la conservación del suelo y de la materia orgánica; el uso cada vez más importante de productos fitosanitarios y fertilizantes químicos con sus consecuencias negativas (costos elevados, aumento de la resistencia hacia ellos y degradación de la biología del suelo entre otros) ha inducido un cambio de mentalidad hacia una agricultura más ecológica y por lo tanto más sostenible, con el uso de materiales orgánicos disponibles actualmente. **(Carrion, 2008)**

El mismo autor nos indica que en el Ecuador como en el resto de América Latina ha habido un incremento significativo del uso de agroquímicos en la producción agrícola. Actualmente, el uso indiscriminado de plaguicidas en la producción de alimentos es realmente preocupante, ya que está comprobado el efecto dañino de estos tóxicos sobre el ser humano, la naturaleza, los animales, el aire y el agua.

Las grandes promesas del combate químico de las plagas y los elevados rendimientos utilizando fertilizantes de síntesis química en la agricultura, se transforman en grandes y graves problemas para la humanidad, pues se evidencia envenenamiento agudo y crónico entre los agricultores, sus familias, los técnicos del sector agrícola y finalmente los consumidores de los alimentos. **(Carrion, 2008)**

La necesidad de disminuir considerablemente productos químicos artificiales obliga a buscar alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica predominan los abonos orgánicos y, cada vez más, se utiliza en los cultivos intensivos. Dentro de este tipo de agricultura, el manejo del suelo es trascendental y se relaciona con su mejoramiento en las características físicas, químicas y biológicas. **(FONAG, 2010)**

Los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas, posibilitando la degradación de los nutrientes del suelo y permitiendo que las plantas lo asimilen de mejor manera, ayudando a un óptimo desarrollo del cultivo. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materia orgánica, desgastados por efecto de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura. **(FONAG, 2010)**

Frente a este reto que supone la tarea de construir una “Agricultura sostenible”, debemos de contar como punto de partida con un patrimonio histórico y cultural de incalculable valor, constituido por el legado de nuestros ancestros, los pueblos aborígenes que poblaron lo que hoy constituye el continente americano y particularmente nuestro país, el Ecuador. **(FONAG, 2010)**

## **A. Problemática**

El alto consumo de insumos químicos, determina la pérdida de flora microbiana, los suelos se degradan y quedan totalmente erosionados debido al uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes químicos. El mal uso de insumos no solo afecta al suelo sino también a los seres humanos, apareciendo mutaciones y alteraciones en la piel dando como resultado serie de enfermedades como el cáncer.

## **B. Justificación**

En el Ecuador como en muchos otros países, los abonos orgánicos reducen la aplicación de grandes cantidades de insumos químicos que traen consecuencias negativas no sólo para el suelo sino también para el ser humano.

Actualmente, se están buscando nuevos productos para la agricultura, que sean totalmente naturales de fácil manejo y con excelentes rendimientos; por ello la presente investigación persigue los siguientes objetivos:

## **C. Objetivos**

### **1. Objetivo General**

Seleccionar el bokashi de mayor contenido nutricional elaborado a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

### **2. Objetivos Específicos**

- Establecer con qué tipo de estiércol y residuo vegetal se alcanza la madurez precoz del bokashi.
- Evaluar el grado de descomposición química del estiércol y residuos vegetales.
- Determinar el bokashi resultante de mayor contenido nutricional en N,P,K y microorganismos.
- Analizar económicamente los tratamientos.

## **D. Hipótesis**

El manejo favorable con distintos tipos de estiércol y residuos vegetales ayudarán a obtener un bokashi mejorado con nuevas propiedades tanto físicas como químicas, facilitando una mejor absorción y nutrición en los cultivos.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Agricultura Orgánica.

**(Suquilanda, 1995)**, indica que en los últimos años la agricultura orgánica ha tomado gran importancia a nivel mundial, principalmente por el interés de la gente en consumir alimentos más sanos y saludables. Los casos de intoxicación, malformaciones congénitas, otras enfermedades y trastornos producidos como consecuencia del uso indiscriminado de sustancias químicas en cultivos, han logrado que la agricultura orgánica tome mayor importancia en nuestros tiempos. La agricultura orgánica integra prácticas de manejo de cultivos que evitan el uso excesivo de plaguicidas y otras sustancias químicas. Se estima así que el mercado de los productos orgánicos mueve más de 46 mil millones de dólares.

**(Suquilanda, 1995)**, aduce que la Agricultura Orgánica propone tanto para el mantenimiento de la vida del suelo, como para el manejo de plagas y enfermedades, la conservación del principio de la biodiversidad a través de la implementación de agroecosistemas altamente diversificados, el uso de organismos benéficos y entomopatógenos (insectos, hongos, bacterias, nematodos, etc.), la asociación de rotación de cultivos, la disminución de maquinaria pesada que desgaste la tierra, el uso de los residuos animales y vegetales de cosecha, de manera que ellos contribuyan a la conservación del equilibrio ecológico, manteniendo la actividad biológica del suelo, regulando las poblaciones de organismos dañinos, y fortaleciendo así el agroecosistemas que se están explotando.

**(UNGERER, 2013)**, manifiesta que en el Ecuador, son cada vez más los agricultores que están incursionando en este tipo de producción, estimándose que en la actualidad hay alrededor de 5000 productores orgánicos que se asientan en las tres regiones naturales continentales, como en la región insular.

En este contexto la Constitución de la República, también plantea la práctica de la producción agroecológica, para el logro del buen vivir, el “Sumak Kawsay”, y el ejercicio de la soberanía alimentaria.

**(FUNDAGRO, 2010)**, sostiene que uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura actual en el Ecuador son los bajos rendimientos de los cultivos comerciales, debido al abuso de los suelos en donde se han utilizado excesivamente maquinaria pesada para laborar tales como arado, fumigaciones, cosechadoras, etc.

**(Suquilanda, 1995)**, añade que de una buena fertilidad de los suelos, depende la obtención de buenas cosechas. Un suelo fértil es un suelo sano y por ende sinónimo de una sana y abundante producción. De acuerdo a las modernas técnicas científicas, suelos enfermos significan plantas enfermas; así como la gente enferma, está más expuesta a ser atacada por una multitud de enemigos. Una planta saludable que crece balanceada, sobre suelo fértil, podrá resistir más a las plagas y producir mejor.

## **2.2 Abonos Orgánicos**

**(Martinez, 1999)**, manifiesta que el uso de los abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y obtener rendimientos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad. También menciona que los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química, principalmente en el contenido de nutrimentos; pero la aplicación constante de ellos con el tiempo, mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo y sanidad de los cultivos.

**(Ramirez, 1999)**, acota que el abono no es un proceso misterioso o complicado. El abono es un proceso prolongado en el medio ambiente natural donde la materia orgánica (hojas, plantas muertas y residuos de animales, etc.)

es metabolizada por microorganismos del suelo y regresada a la tierra para sustentar la vida de la planta.

**(Guerrero, 1993)**, menciona que el abono orgánico mejora la porosidad del suelo, el drenaje, la ventilación y la capacidad de mantener la humedad y además reduce la compactación. Incluso indica que los abonos orgánicos pueden retener hasta 10 veces su peso en agua. Además ayuda a la tierra a combatir desequilibrios extremos químicos, se descubren minerales del suelo, libera nutrientes en una amplia ventaja de tiempo, actúa como un pulidor contra la absorción de químicos y metales pesados, promueve el desarrollo de zonas saludables de raíces, suprime enfermedades asociadas con ciertos hongos y ayuda a las plantas a tolerar condiciones de sequía.

**(Coronel, 1981)**, indica que los abonos orgánicos se dividen en dos grandes grupos: abonos orgánicos sólidos y abonos orgánicos líquidos. Este mismo autor señala que a su vez, existen diferentes tipos de abonos sólidos, de los cuales los más importantes son: el compost, el humus de lombriz, los abonos verdes o cultivos de cobertura, los residuos de cosecha y el bokashi. Dentro de los abonos líquidos más importantes se pueden encontrar el biol, te de estiércol y los purines.

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y el costo es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado. **(FONAG, 2010)**

### **2.3 Que es el bokashi.**

**(Restrepo R. , 2007)**, nos menciona que este abono es una receta japonesa basada en volteos frecuentes y temperaturas por debajo de los 45-50°C, hasta que la actividad microbiana reduce al disminuir la humedad del material. Se

considera un proceso de compostaje incompleto. Algunos autores lo han considerado como un abono orgánico “fermentado”

**(Restrepo R. , 2007)**, sostiene que la producción de abonos orgánicos es de bajo costo, y por estas razones se pueden extender fácilmente por Centroamérica a otros países, sin embargo, es importante la aplicación de las tecnologías apropiadas en cada lugar. El interés de los investigadores en los últimos tiempos se ha enfocado hacia la exportación de varias alternativas y entre ellas el bokashi cuyo manejo en sistemas de producción hasta en un 80%.

**(Sasaki, 1995)**, sin embargo nos menciona que es un proceso enteramente aerobio. Tradicionalmente, para la preparación del bokashi, los agricultores japoneses usan compuestos orgánicos como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelos de bosque como inoculante microbiano.

Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación de abono orgánico

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

**(Cuesta, 2008)**, añade que el bokashi es un biofertilizante de origen japonés, del que deriva su nombre “bo-ka-shi”, que significa fermentación. El cual en la antigüedad los japoneses utilizaban sus propios excrementos para elaborarlo y abonar sus arrozales.

Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente estable, económico y fácil preparación.

**(Shintani, 2000)**, El bokashi es un término japonés que significa abono orgánico fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos benéficos, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra.

### **2.3.1 Importancia del bokashi.**

**(Okumoto, 2002)**, manifiesta que el objetivo principal del bokashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también, se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos y materia orgánica para los organismos del suelo. El suministro derivado de microorganismos benéficos eliminan los microorganismos patógenos gracias a la combinación de fermentación alcohólica con una temperatura entre 40-50°C.

**(Cruz, 2002)**, sostiene que la aplicación de abonos orgánicos (bokashi) ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

- Aumenta la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
- Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, entre otros.

- Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contrala la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
- Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
- Reducen la formación de costras al debilitar la acción dispersante de las gotas de lluvia.
- A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
- Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.

### **2.3.2 Procedimiento para elaborar bokashi.**

**(Restrepo J. , 2002)**, manifiesta que para la elaboración de bokashi se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento:

- Proceda a apilar todos los materiales bajo techo.
- Mezcle de manera homogénea todos los materiales agregando 200 ml de EM + 200 ml de melaza en 20 litros de agua/m<sup>2</sup> de material. Extender el abono dejando una capa de no más de 50 cm sobre el suelo, para acelerar la fermentación puede cubrirse el abono con un plástico.

- Proceda a voltear el material extendido, una vez en la mañana y otra vez en la tarde, utilizando herramientas manuales o una máquina apropiada para tal efecto.
- En época de lluvia, al cabo de 7 días, el bocashi está listo para ser utilizado, debido a que las temperaturas elevadas ayudan a la descomposición acelerada de los restos vegetales.
- En época seca, el tiempo de fermentación debe alargarse 15 días, por cuanto las temperaturas no son tan altas como en invierno, lo cual retrasa la descomposición y por esta razón la fermentación se alarga.

### **2.3.3 Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico fermentado.**

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

#### **2.3.3.1 Temperatura**

**(Restrepo J. , 1996)**, Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza después de la etapa de la mezcla de todos los ingredientes. Aproximadamente, después de catorce horas de haberlo preparado, el abono debe presentar temperaturas que pueden superar fácilmente los 50 °C, lo que es una buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. La actividad microbiológica puede ser perjudicada por la falta de oxigenación y el exceso o escasez de humedad.

La mayoría de los microorganismos aeróbicos crece mejor entre 20 y 35°C, con temperaturas “si se mantiene temperaturas 50 – 55 °C por un periodo mayor a 2 días consecutivamente se eliminarían la mayoría los microorganismos

patógenos”.La temperatura es tal vez el indicador más confiable ya que directamente afecta el control de los patógenos, lo cual es muy importante para la producción de un buen compost. **(Obeng, 1987)**

La temperatura está condicionada por la humedad y la aireación, y varía dependiendo de la actividad metabólica de los microorganismos. De acuerdo a este parámetro el proceso de compostaje se divide en cuatro etapas: mesofílica (< de 40 °C), termofílica (40 a 60°C), fase de enfriamiento (< de 40 °C) y fase de maduración (temperatura ambiente). En la fase termofílica, se alcanzan las temperaturas más altas, las cuales son relevantes para que se dé la “autoesterilización” del sustrato, asegurando la eliminación de microorganismos y sustancias no deseadas en el producto final. A temperaturas demasiado elevadas se produce una inhibición de la actividad vital de la mayoría de los microorganismos que inciden en el compostaje, frenándose así la descomposición de la materia orgánica. **(Cegarra, 1994)**

### **2.3.3.2 Relación Carbono/Nitrógeno**

Según **(Labrador, 2001)**, la relación C/N es el factor ambiental más importante en un proceso de compostaje y debe controlarse para asegurar una fermentación correcta siendo este uno de los parámetros que mejor indica la maduración del compost. El proceso de compostaje depende de la acción de los microorganismos que requieren de una fuente de carbono que les proporcione energía y material para nuevas células junto a un suministro de nitrógeno para proteínas celulares. Se considera que si hay suficiente nitrógeno disponible en la materia orgánica original, la mayoría de los otros nutrientes estarán también disponibles en cantidades adecuadas

**(Coyne, 1999)** Indica que el bokashi debe iniciar el proceso de degradación con una relación C/N en el rango recomendado. Sin embargo, al finalizar el tiempo de elaboración el bokashi podría no haber alcanzado la relación C/N adecuada, menor que 20:1, debido a que es un abono no terminado y no ha

alcanzado un grado de estabilidad adecuado. Entonces, existe la posibilidad de que la relación C/N final de un bokashi sea alta y que la aplicación del bokashi lleve a una inmovilización del N disponible en el suelo. En el caso del compostaje, se recomienda un tiempo de elaboración de 30 a 60 días, porque en ese tiempo alcanza su estabilidad, lo cual se refleja, generalmente, en una relación C/N menor que 20:1. Con el bokashi el tiempo de elaboración recomendado es más corto, pero esa recomendación no está basada en un tiempo de estabilización ni en un valor de C/N deseable al final del proceso de elaboración. En general, el tiempo de estabilización y la relación C/N de un bokashi al final del tiempo de elaboración son desconocidos.

### **2.3.3.3 Humedad**

**(Picado, 2005)**, 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.

**(Soto, 2005)**, La humedad se mide apretando con el puño muestras de diferentes lados; si el montón se desmorona está muy seco, si escurre agua está muy húmedo; si se siente la humedad y mantiene su forma al soltarlo está bien.

El mismo autor nos menciona que es muy importante cuidar el contenido de humedad para que el abono salga bueno; si está muy seco se hace lento el proceso, si está muy húmedo se puede podrir y se pierde. Se recomienda un porcentaje de humedad entre el 45 y 50 %.

#### **2.3.3.4 pH**

**(Picado, 2005)**, El nivel más conveniente para los microorganismos del suelo está entre 6 y 7.5. Los valores extremos inhiben la actividad microbiana.

El pH, al igual que la temperatura, varía con el tiempo durante el proceso de compostaje debido a su acción sobre los microorganismos, por lo que se convierte en una medida de vital importancia para evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de los residuos. **(Tchobanoglous, 1994)**

#### **2.3.3.5 La aireación**

**(Picado, 2005)**. Es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso de exceso de humedad los micro poros presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aeración y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad.

#### **2.3.3.6 Tamaño de las partículas**

La mayoría de los residuos son de forma irregular y con poca superficie específica por lo cual es importante reducir el tamaño de estos, ya que se incrementa la velocidad de las reacciones bioquímicas, lo cual favorece la actividad microbiana **(Ruben, 2002)**.

El exceso de partículas pequeñas puede llevar fácilmente a favorecer la putrefacción, lo que no es ideal para la producción de compost. **(Tchobanoglous, 1994)**

### **2.3.4 Residuos utilizados para elaborar bokashi**

(Restrepo J. , 2002), cada material utilizado en la preparación de los abonos orgánicos aporta un elemento importante en el proceso de fermentación que ayudara a la calidad del producto.

#### **2.3.4.1 Residuos orgánicos**

Se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el “ciclo vital”, como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos.

#### **2.3.4.2 Actividad agropecuaria**

En esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los residuos vegetales están integrados por restos de cosechas y cultivos (tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas, etc., procedentes de diversas especies cultivadas. (Sosa, 2005)

El empleo eficiente de los residuos animales como abonos puede ser una práctica de manejo agronómica y económicamente viable para la producción sustentable en agroecosistemas mixtos. En el caso específico de los estiércoles de diferentes ganados, su incorporación al suelo permite llevar a cabo un reciclado de nutrientes. Los mismos son removidos desde el complejo suelo-planta a través de la alimentación de los animales y pueden retornar parcialmente a ese medio en forma de abonadora. (Sosa, 2005)

#### **2.3.4.3 Acciones de los estiércoles en el suelo**

Otro aspecto que aporta a la idea de sustentabilidad es que los estiércoles no sólo proveen nutrientes, sino que particularmente cuando su uso es prolongado suelen ejercer acciones positivas sobre un variado conjunto de propiedades edáficas. Fundamentalmente, porque pueden introducir mejoras considerables en el contenido y en la calidad de la materia orgánica. Los contenidos orgánicos de estos materiales son variados y fundamentalmente están en relación con la especie animal, con la alimentación del ganado y con el medio en donde los mismos se acumulan y recogen. **(Sosa, 2005)**

#### **2.3.4.4 Actividad agroindustrial**

Existe una gran diversidad de residuos generados en la actividad agroindustrial. Las características cuantitativas y cualitativas de los mismos dependen de numerosos factores, entre otros:

- ✓ Características de las materias primas.
- ✓ Procesos de industrialización.
- ✓ Intensidad de la producción.
- ✓ Características de los productos obtenidos.

Existen algunos desechos agroindustriales con altos contenidos de nitrógeno, potasio y fósforo, que son en esencia los macronutrientes que utilizan las plantas para alimentarse y ejecutar sus funciones vitales. **(Sosa, 2005)**

#### **2.3.4.5 Tiempo de elaboración del bokashi**

El tiempo de elaboración es variable dependiendo de los materiales utilizados y la cantidad de microorganismos que hayan sido inoculados; sin embargo, por lo regular no excede los 30 días. Se recomienda aplicarlo tan pronto como sea

posible una vez muestra estar listo. Si es necesario almacenarlo, se debe primero secar bajo sombra, extendido sobre piso de cemento. Al ser aplicado, no debe entrar en contacto directo con las plantas, debido a que el proceso de fermentación continúa y puede haber aumento en la temperatura. **(Restrepo J. , 1996)**

#### **2.3.4.6 Transformación de materia orgánica**

El factor de conversión de residuos orgánicos en abono se estima que va del 70%; y generalmente se obtiene entre el 50 y el 60%, dependiendo de los residuos utilizados. **(Restrepo J. , 1996)**

#### **2.3.4.7 Costo de producción**

La venta del producto orgánico se realiza informalmente sin ningún tipo de registro o certificado por parte de las entidades agrícolas competentes El precio de venta más común de los productos orgánicos corresponde a \$5,000 el bulto (cada bulto oscila entre 35 y 50kg) 42, pero existen valores mínimos como los presentados en la tabla siguiente. **(Restrepo J. , 1996)**

**Cuadro 1. Tabla de precios**

<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO MÁXIMO (\$)</b>	<b>PRECIO MININO (\$)</b>	<b>PROMEDIO</b>
Bulto	15,000	2,000	6,741
Tonelada	250,000	75,000	1,741

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. Localización**

La presente investigación se realizó durante la época lluviosa, en la Finca Experimental “La María” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), la cual se encuentra situada en el km. 7.5 de la vía Quevedo-El Empalme, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica es de 01° 06” de latitud Sur y 79° 29” de longitud Occidental, localizada a una altura de 120 metros sobre el nivel del mar.

#### **B. Características Agroclimáticas**

El clima de la zona es tropical húmedo, temperatura media anual de 25.47°C, precipitación anual de 2223.85 mm, humedad relativa del 85.84% y 898.66 horas de heliofanía de promedio anual <sup>1)</sup>. El suelo es de textura franco-arcillosa, topografía y drenaje irregular y pH de 5.8.

#### **C. Factores en Estudio**

Se estudiaron 2 factores:

##### **1. Residuos vegetales:**

Raquis de banano

Residuos del mercado (col)

Rechazo de Maracuyá

---

<sup>1)</sup>Datos tomados en la Estación Agrometeorológica “Pichilingue” del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI. Serie Multianual 2000.

## **2. Estiércoles:**

Ganado

Especies menores (cuy)

Gallinaza

## **D. Diseño Experimental**

Se empleó el diseño completamente al azar con arreglo factorial de 3x3 con 2 repeticiones. Todas las variables se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de Tukey.

## **E. Manejo del ensayo**

Dentro de manejo del ensayo tenemos:

### **1. Recolección de residuos vegetales**

Se realizó la recolección de residuos vegetales en fincas aledañas, seleccionando los residuos más frescos.

### **2. Recolección de los estiércoles**

La recolección de los estiércoles se la efectuó en fincas aledañas al igual que los residuos vegetales.

### **3. Análisis de los estiércoles en laboratorio**

Se tomaron muestras de los tres tipos de estiércoles y se los enviaron al laboratorio para el análisis correspondiente.

### **4. Triturado y picado de los residuos vegetales**

Se trituraron y picaron los residuos vegetales utilizados. Para mejorar la descomposición y ayudar a la actividad microbiana dentro de la mezcla.

### **5. Elaboración del bokashi**

Se colocaron los materiales en cada tratamiento considerando la relación nitrógeno orgánico, posteriormente se procedió a mezclar en seco, seguido se realizó el riego hasta obtener una humedad del 50% la cual se mantuvo hasta finalizar el ensayo.

### **6. Volteo del bokashi**

Se realizó un volteo diario para mejorar la presencia del oxígeno dentro de la mezcla, para mantener una fermentación homogénea aeróbica del bokashi. Ya que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno lo cual brinda una buena armonía para el trabajo de los microorganismos.

### **7. Temperatura (0C), Humedad (%) y pH**

Se tomaron datos de temperatura, humedad y pH diariamente.

## **8. Cosecha de bokashi**

Se cosechó el bokashi cuando la temperatura, textura, humedad, degradación de los residuos originales, color, olor. Indicaron su estado óptimo los mismo que indican que el material está listo para utilizar o está madura.

## **F. Variables registradas**

Durante el desarrollo de la investigación se registraron las siguientes variables:

### **1. Tiempo de elaboración (días)**

Para obtener la variable tiempo de elaboración del bokashi se tomó como indicador la temperatura registrada diariamente desde la fecha de elaboración de la mezcla de los estiércoles y residuos vegetales hasta su maduración.

### **2. Peso del material inicial**

La variable peso inicial se determinó de acuerdo a la relación nitrógeno – carbono que contiene los materiales en estudio.

### **3. Peso del material final**

El peso final se obtuvo mediante el material resultante de la degradación de las mezclas de los estiércoles y los residuos vegetales.

#### **4. Relación peso final/peso inicial (kg)**

Esta variable se determinó de la diferencia entre el peso final dividido, para el peso inicial utilizando la fórmula:

$$R = PI - PF$$

**Dónde:**

R= Relación.

PI = Peso inicial.

PF = Peso final.

#### **5. Relación carbono/nitrógeno (%)**

La relación carbono/nitrógeno se la calculó con los resultados obtenidos del análisis especial del laboratorio de las diferentes mezclas tomando en cuenta primero la materia orgánica que contiene 58% de carbono y el nitrógeno que presenta el análisis especial. Con lo que se aplica la siguiente fórmula:

$$C/N= MO \times C\% / N$$

**Dónde:**

C/N= Relación carbono nitrógeno.

MO= Materia orgánica.

C%= Porcentaje de carbono presente en la materia orgánica (0,58)

N= Nitrógeno total obtenido de las mezcla.

#### **6. Análisis físico-químico**

La variable análisis físico químico se determinó atreves del análisis especial de laboratorio (INAP) para lo cual se tomaron muestras del bokashi maduro y se las envió al laboratorio para determinar los niveles de N, P, K, pH y Materia Orgánica.

## 7. Análisis Económico

El análisis económico se realizó en función del nivel de rendimiento y costos de cada uno de los tratamientos.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costos}} \times 100$$

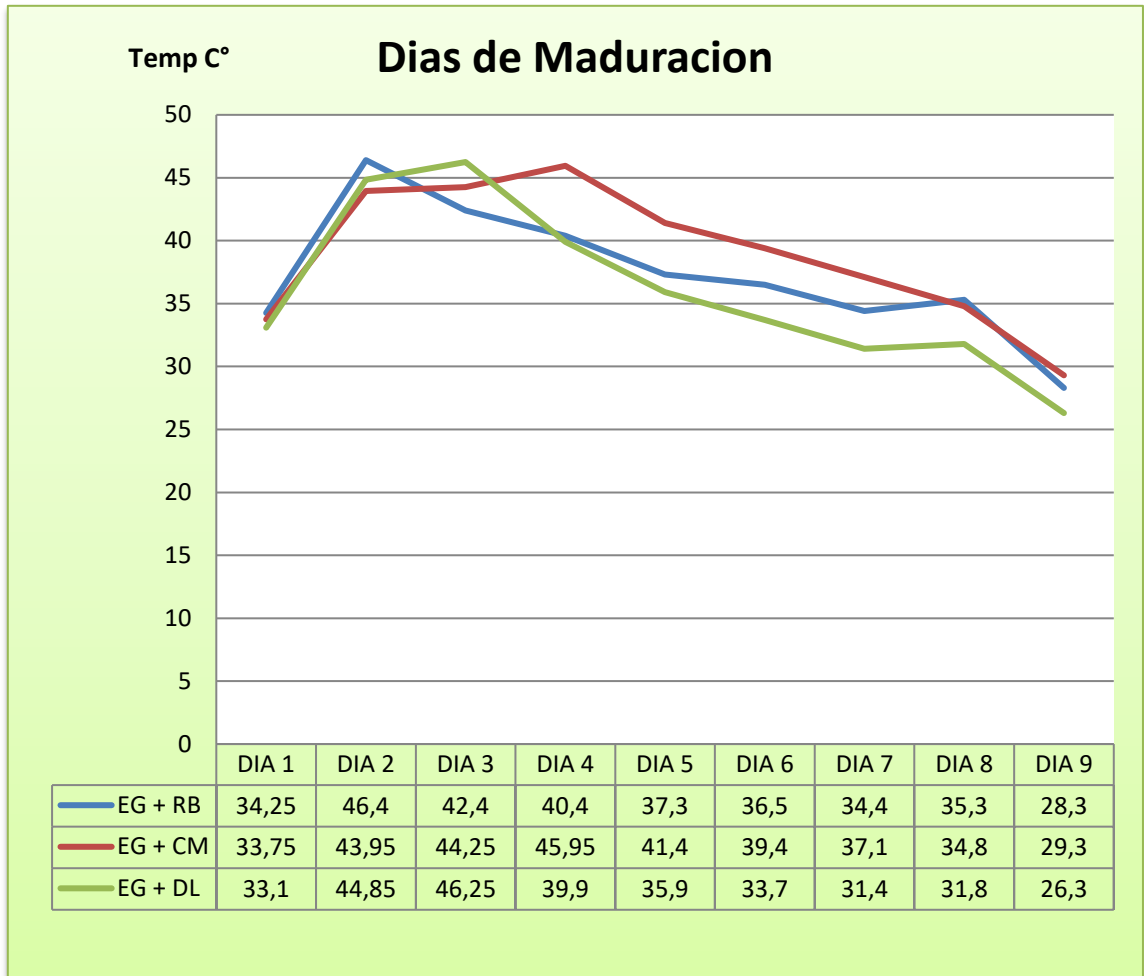
**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Resultados**

Después de haber analizado los datos podemos mostrar los resultados que se obtuvieron en la investigación.

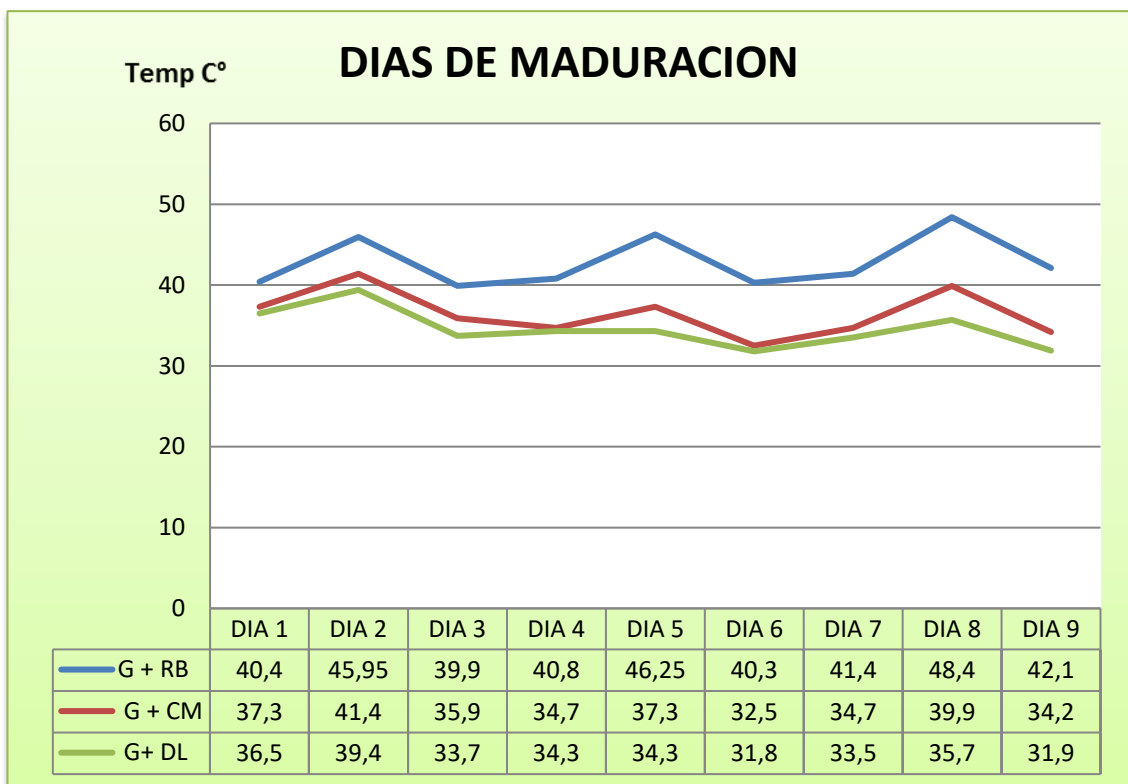
### **I. Tiempo de elaboración (días)**

Para la variable tiempo de elaboración representados en días la figura N° 1 muestra los días en que el estiércol de ganado mezclado con raquis de banano tratamiento 1 cáscara de maracuyá tratamiento 2 y desechos de legumbres tratamiento 3, mostraron que en el primer día de establecimiento de las mezcla no existe un aumento significativo de temperatura. Y a partir del segundo hasta el sexto día aumentó la temperatura en rangos de 46,4 y 33,7°C a partir del séptimo día la mezcla de estiércol de ganado + desechos de legumbre alcanza la maduración con 31,4°C mientras que los tratamientos estiércol de ganado + raquis de banano y estiércol de ganado + cáscara de maracuyá alcanza la madures en el noveno día indicado por la temperatura que se presenta en 28,3 y 29,3°C respectivamente.



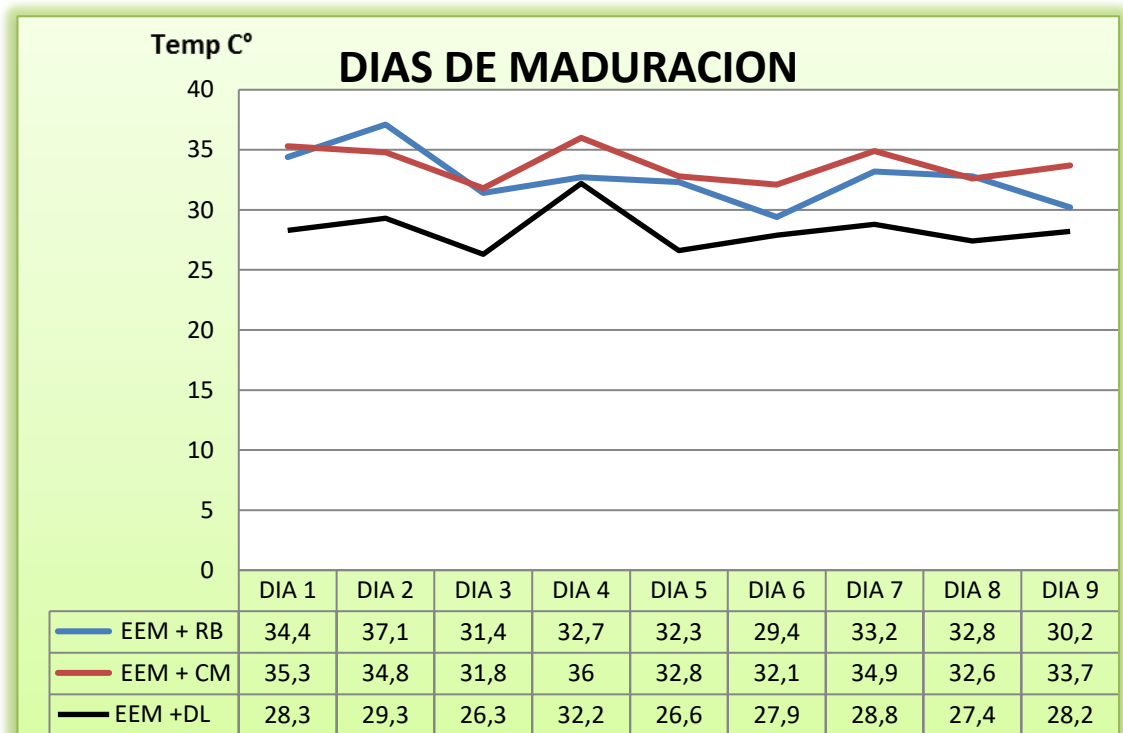
**Figura Nº 1** Días de maduración para el estiércol de ganado en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

La figura N° 2 muestra los días de maduración para los tratamientos N° 4 compuestos de gallinaza más raquis de banano tratamiento N°5 gallinaza + cascara de maracuyá y el tratamiento N° 6 gallinaza + desechos de legumbres donde el tratamiento 6 que es la composición de gallinaza + desechos de legumbres alcanzada la maduración en el día nueve indicado por la temperatura que es de 31,9°C temperatura permitida dentro de un abono para utilizar. Mientras que los tratamiento 4 y 5 no alcanza su maduración y continúa su proceso de fermentación hasta el día nueve



**Figura N° 2** Días de maduración para la gallinaza en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

Los días de maduración mostrados en la figura N° 3 son para las combinaciones de estiércol de especies menores + raquis de banano tratamiento 7, estiércol de especies menores + cascara de maracuyá tratamiento 8 y estiércol de especies menores + desechos de legumbres tratamiento 9. El tratamiento que alcanza la maduración en los nueve días es el N° 9 estiércol de especies menores + desechos de legumbre alcanza la maduración a los 5 días con una temperatura de 26,6°C seguido del tratamiento N° 7 con a los 6 días presentando 29,4°C mientras que el tratamiento 8 no llega alcanzar su maduración ya que la temperatura se encuentra 33,7°C.



**Figura N° 3** Días de maduración para el estiércol de especies menores registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

## J. Peso del material inicial

**Cuadro N° 2** Peso del material inicial registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso material inicial (lb)</b>
T1 EG + RB	105.5
T2 EG + CM	105.5
T3 EG + DL	105.5
T4 G + RB	105.5
T5 G + CM	105.5
T6 G + DL	105.5
T7 EEM + RB	105.5
T8 EEM + CM	105.5
T9 EEM + DL	105.5

El peso inicial se lo realiza en relación al carbono y nitrógeno que contienen los residuos vegetales y animales en estudio y además tomando en cuenta la receta propuesta por **(Soto 2005)** que busca estimular las poblaciones microbianas en el bokashi que mezcla en general materias primas de partícula pequeña, animal y vegetal, esto logró equilibrar los elementos y se consiguió un peso de 105,5 lb. para cada tratamiento.

## K. Peso del material final

**Cuadro N° 3** Promedios de peso del material final registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso material final (lb)</b>
T1 EG + RB	67 b
T2 EG + CM	61 c
T3 EG + DL	62 cd
T4 G + RB	64,5bc
T5 G + CM	68,5 b
T6 G + DL	70 ab
T7 EEM + RB	73 a
T8 EEM + CM	72 ab
T9 EEM + DL	62,5 cd
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>6,81</b>
<b>Media</b>	<b>66,72</b>

En el cuadro N°3 se determinó las diferencias estadísticas entre peso de material final donde se encontraron diferencias estadísticas significativas el T7 EEM + RB con un valor de 73 lb registro el mayor porcentaje de peso de material final y el T2 EG + CM el valor más bajo de 61 lb, con un coeficiente de variación de 6,81%.

## L. Relación peso final/peso inicial (kg)

**Cuadro N° 4** Promedios de la relación peso final/peso inicial registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

<b>Tratamiento</b>	<b>Relación peso inicial/peso final (lb)</b>
T1 EG + RB	38 ab
T2 EG + CM	44 a
T3 EG + DL	43 ab
T4 G + RB	40,5 ab
T5 G + CM	36,5 ab
T6 G + DL	35 ab
T7 EEM + RB	32 b
T8 EEM + CM	33 b
T9 EEM + DL	42,5 ab
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>11,65 %</b>
<b>Media</b>	<b>38,28</b>

La comparación de las medias correspondientes a la relación peso final/peso inicial representados en libras, presentaron alta significación estadística una media general de 38,28 lb y un coeficiente de variación 11,65%. El tratamiento 2 EG + CM presentó el valor más alto 44 lb estadísticamente diferente del resto de los tratamientos, T3 EG + DL, T9 EEM + DL, T4 G + RB que alcanzaron entre 43, 42.5, 40,5 lb y el tratamiento 7= EEM + RB que mostró un valor muy bajo de 32 lb que fue el más bajo.

## M. Relación carbono/nitrógeno (%)

**Cuadro N° 5** Promedio de relación carbono/nitrógeno registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

Tratamiento	Peso material final (%)
T1 EG + RB	46 a
T2 EG + CM	43 ab
T3 EG + DL	41 ab
T4 G + RB	37 ab
T5 G + CM	39 ab
T6 G + DL	37 ab
T7 EEM + RB	30 b
T8 EEM + CM	34 ab
T9 EEM + DL	35 ab
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>13,11</b>
<b>Media</b>	<b>38,55</b>

Al efectuar la comparación de las medias correspondientes a la relación carbono/nitrógeno, se observa que el T1 EG + RB presenta la mayor relación carbono/nitrógeno con un valor de 46 %, difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos T2 EG + CM, T3 EG + DL, T4 G + RB, T6 G + DL que alcanzaron entre 43, 41, 39 y 37 por ciento, a excepción del tratamiento 7= EEM + RB que mostró un valor muy bajo de 30 por ciento.

## N. Análisis físico-químico

### f) Nitrógeno

Los resultados del análisis especial mostrados en el cuadro N° 1 muestra que el mayor porcentaje de nitrógeno lo presentó el tratamiento N° 7 compuesto por

estiércol de especies menores + raquis de banano con 1,2% seguido del tratamiento N° 8 estiércol de especies menores + cáscara de maracuyá con 1,1% mientras que los tratamientos N°1 estiércol de ganado + cáscara de maracuyá, el tratamiento N° 4 gallinaza + raquis de banano y el tratamiento N° 5 gallinaza + cáscara de maracuyá presentaron igual porcentaje 1% mientras que el resto de los tratamiento presentaron un porcentaje de 0,9%.

#### **g) Fosforo**

El mayor porcentaje de fosforo registrado es lo presenta la mezcla N° 6 de gallinaza más desechos de legumbres 0,51% seguido de la mezcla N° 5 gallinaza + cáscara de maracuyá con 0,42 % y la mezcla que menor porcentaje de fósforo presentó fue le N° 7 estiércol de especies menores + raquis de banano con 0,03%.

#### **h) Potasio**

El potasio se registró con mejor porcentaje en el tratamiento N° 8 compuesto de estiércol de especies menores + cáscara de maracuyá con una concentración de 0,76% seguido del tratamiento N° 9 con una concentración del 0,69% y el que registró la concentración más baja fue el tratamiento N° 2 combinación de estiércol de ganado más cáscara de maracuyá con una concentración de 0,46% de potasio.

#### **i) Materia orgánica**

La materia orgánica obtenida del análisis especial de abonos las mismos que se muestran en el cuadro N° 1 indican que el tratamiento con mayor porcentaje lo dió el tratamiento N° 2 estiércol de ganado + cáscara de maracuyá con 75,47% seguido del tratamiento 1 con 72,64% mientras que los tratamientos que contiene los desechos de legumbre presentaron las concentraciones más bajas 55% para estiércol de especies menores + desechos de legumbre 57,5%

para gallinaza + desechos de legumbre y 65% de materia orgánica para estiércol de ganado + desechos de legumbre.

## j) pH

El tratamiento 2 compuesto de estiércol de ganado + cáscara de maracuyá, el tratamiento 3 mezclado por estiércol de ganado + desechos de legumbre el tratamiento 5 combinado con gallinaza + cáscara de maracuyá y el tratamiento estiércol de especies menores + cáscara de maracuyá presentaron el pH neutro (7) y el más bajo lo registró el tratamiento N° 1 con 6,8.

**Cuadro N°6** Análisis físico-químico registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

<b>RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS ESPECIAL DE BOKASHI</b>					
<b>Concentración %</b>					
<b>Identificación de muestras</b>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Fosforo</b>	<b>Potasio</b>	<b>M.O</b>	<b>pH</b>
T1 EG + RB	0,9	0,24	0,59	72,64	6,8
T2 EG + CM	1	0,21	0,46	75,47	7,0
T3 EG + DL	0,9	0,15	0,52	65	7,0
T4 G + RB	1	0,36	0,64	65,14	7,1
T5 G + CM	1	0,42	0,55	67,97	7,0
T6 G + DL	0,9	0,51	0,53	57,5	7,1
T7 EEM + RB	1,2	0,03	0,7	62,64	7,1
T8 EEM + CM	1,1	0,1	0,76	65,47	7,0
T9 EEM + DL	0,9	0,1	0,69	55	7,1

## O. Análisis biológico

**Cuadro N° 7** Análisis biológico registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

<b>Tratamiento</b>	<b>Organismos – UFC*g. suelo -1 ( 10 3)</b>
T1 EG + RB	Trichoderma, Penicillium, Fusarium sp.
T2 EG + CM	Aspergillus sp.
T3 EG + DL	Penicillium, Aspergillus sp.
T4 G + RB	Aspergillus, Fusarium sp.
T5 G + CM	Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Rhyzopues sp.
T6 G + DL	Aspergillus sp.
T7 EEM + RB	Aspergillus sp.
T8 EEM + CM	Penicillium, Aspergillus sp.
T9 EEM + DL	Aspergillus sp.

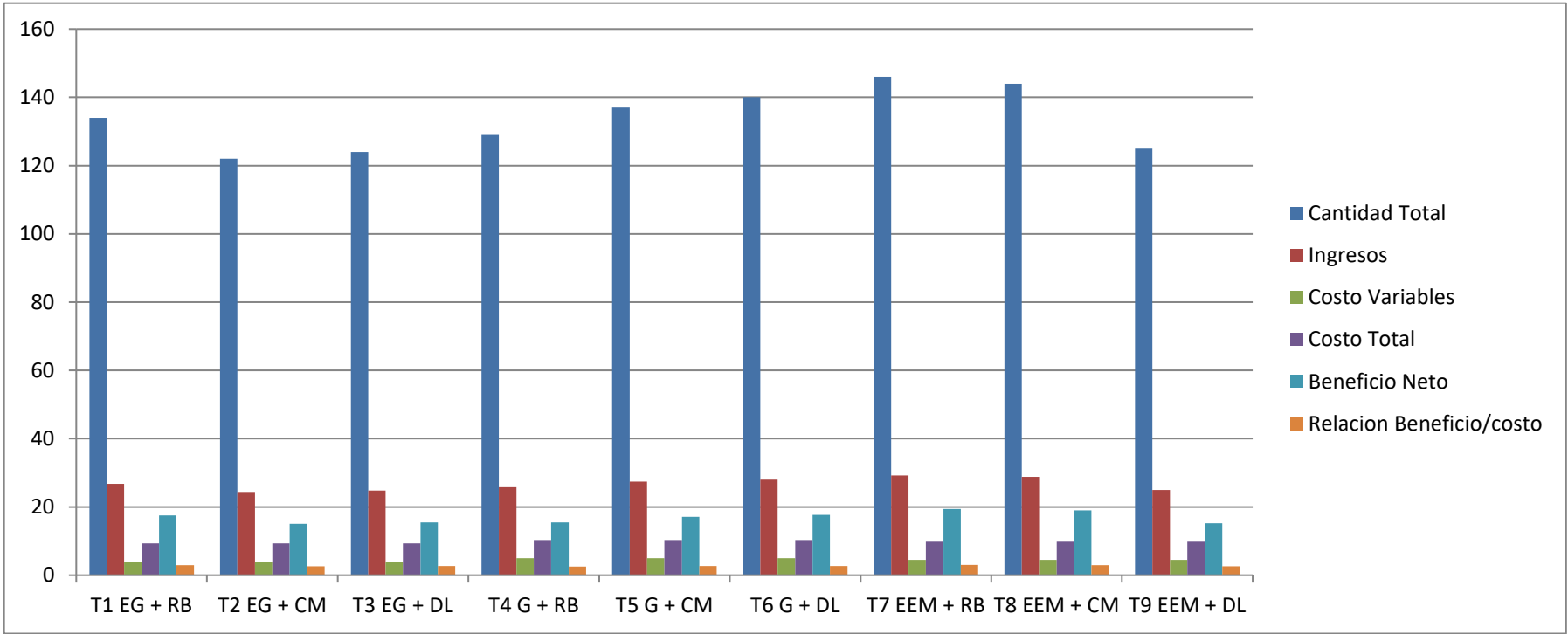
En el cuadro N° 7 se presenta el análisis del laboratorio de las nueve muestras del bokashi , utilizando un medio de cultivo Potato Dextrosa Agar (PDA); a través de la técnica de dilución seriada en plato Petri, la identificación de los organismos se realizó a los 8 días presentando para el tratamiento 1 Trichoderma, Penicillium, Fusarium sp, T2 EG + CM, T6 G + DL, T7 EEM + RB y T9 EEM + DL presentó solo Aspergillus sp, el tratamiento 3, 4 y 8 mostraron Penicillium, Aspergillus sp, y el tratamiento que mayor número de organismos presente tubo fue el T5 G + CM con Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Rhyzopuessp.

## P. Análisis Económico

**Cuadro 8.** Resultados del análisis económico obtenido en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.

	<b>Cantidad total</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Costo Variable</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Relación</b>
	<b>Bokashi kg.</b>	<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>	<b>Beneficio/ Costo</b>
T1 EG + RB	134	26,8	4	9,3	17,5	2,9
T2 EG + CM	122	24,4	4	9,3	15,1	2,6
T3 EG + DL	124	24,8	4	9,3	15,5	2,7
T4 G + RB	129	25,8	5	10,3	15,5	2,5
T5 G + CM	137	27,4	5	10,3	17,1	2,7
T6 G + DL	140	28	5	10,3	17,7	2,7
T7 EEM + RB	146	29,2	4,5	9,8	19,4	3,0
T8 EEM + CM	144	28,8	4,5	9,8	19	2,9
T9 EEM + DL	125	25	4,5	9,8	15,2	2,6

**Figura 4** Resultados del análisis económico obtenido en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales.



El análisis económico de la investigación que presenta el cuadro 7 los mismos que se obtuvieron en función a los costos de los tratamientos en estudio utilizando la relación beneficio-costo.

El tratamiento 7 compuesto EEM + RB es el que obtuvo mayor relación beneficio-costo \$3 dólares, además fue el tratamiento que mayor producción de bokashi registró con 146 lbs, dando un ingreso de \$ 29,2; un costo total variable de \$ 4,5 y un costo total de \$ 9,8 brindando un beneficio neto de \$ 19,4. Seguido de los tratamientos 8= EEM + CM. y el tratamiento 6= G + DL fueron los que obtuvieron relación beneficio-costo de 2,9 y 2,7 además tuvieron una producción de bokashi de 144 y 140 lbs, dando un ingreso de \$ 28,8 y 28; un costo total variable de \$ 4,5 y \$ 5 y un costo total de \$ 9,8 y 10,3 brindando un beneficio neto de \$ 2,9 y 2,7.

## 4.2 Discusiones

El tiempo de maduración del bokashi en los tratamientos en estudios se alcanzó a los nueve días lo que tiene relación con lo que expone **(Restrepo R. , 2007)** en sus experiencias de agricultores en Centro América, Brasil, San José de Costa Rica. El tiempo de duración es variable dependiendo de los materiales utilizados y la cantidad de microorganismos que hayan sido inoculados; sin embargo, por lo regular no excede los 30 días. Además el proceso de fermentación durante la investigación mostró que el estiércol de especies menores más desechos de legumbre alcanza la maduración a los 5 días con una temperatura de 26,6°C lo que coincide con **(Cegarra, 1994)** en el Programa Universitario de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PUI) manifestando que el proceso de producción de abonos está compuesto por cuatro fases, siendo la última la de maduración donde los abonos llegan a mantener la temperatura ambiente.

El peso inicial se lo realiza en relación al carbono y nitrógeno que contienen los residuos vegetales y animales en estudio y además tomando encuentra la receta propuesta por **(Soto, 2005)** que busca estimular las poblaciones

microbianas en el bokashi que mezcla en general materias primas de partícula pequeña, animal y vegetal, esto logró equilibrar los elementos y se consiguió un peso de 105,5 lbs para cada tratamiento.

Los promedios de peso del material final registrados en la elaboración de bokashi de mayor contenido nutricional a base de tres tipos de estiércol y tres tipos de residuos vegetales, el óptimos los registró el tratamiento T7 EM + RB con un valor de 73 lbs.

Los tratamientos que presentaron la mejor relación peso final/peso Inicial fue el tratamiento T2= EG + CM presentó un valor de 44 lbs seguidos de los tratamientos T3= EG + DL; T9= EEM + DL; T4= G + RB que alcanzaron entre 43 kg, 42.5kg y, 40.5 lbs, los mismos que se encuentran en rangos aceptables como lo indica **(Restrepo J. , 1996)** el factor de conversión de residuos orgánicos en abono se estima que va del 70%; y generalmente se obtiene entre el 50 y el 60%, dependiendo de los residuos utilizados.

La mayor relación carbono/nitrógeno se obtuvo en el tratamiento T1 con la preparación de EG + RB con un valor de 46%, con lo que concuerda **(Labrador, 2001)**, la relación C/N es el factor ambiental más importante en un proceso de compostaje y debe controlarse para asegurar una fermentación correcta siendo este uno de los parámetros que mejor indica la maduración del compost.

El análisis de macro y micronutrientes reportó la mayor cantidad de Nitrógeno, se obtuvo en el tratamiento 7 compuesto por estiércol de especies menores + raquis de banano con 1,2%; el mayor porcentaje de Fosforo se obtuvo en el tratamiento 6 compuesto por gallinaza más desechos de legumbres con un valor del 51%; en el potasio se obtuvo el mayor porcentaje en el tratamiento 8 compuesto de estiércol de especies menores + cáscara de maracuyá con una concentración de 0,76%; el mejor tratamiento con materia orgánica fue el 2

compuesto de estiércol de ganado + cáscara de maracuyá con 75,47%; los tratamientos 2, 3 y 5 obtuvieron un pH neutro de 7.

La mayor relación beneficio costo se alcanzó con el tratamiento N° 7 = estiércol de especies menores + raquis de banano con un valor de 3 dólares; siendo el de menor valor en relación beneficio costo el tratamiento N° 4 = gallinaza + raquis de banano con un valor de 2.5 dólares lo que indica que es rentable y además coincide con lo que manifiesta **(Restrepo R. , 2007)**, La producción de abonos orgánicos es de bajo costo, y por estas razones se pueden extender fácilmente por Centroamérica a otros países, sin embargo, es importante la aplicación de las tecnologías apropiadas en cada lugar.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- ✓ El tiempo de maduración estuvo dentro de los rangos recomendado (5 a 30 días) para la elaboración de un bokashi. Siendo el estiércol de especies menores más las mezclas utilizadas que alcanzó el rango más bajo es de 5 días lo que se le atribuye a las características de los procesos de elaboración del mismo, específicamente por la fuente de Nitrógeno y Carbono adecuada que contienen los tratamientos.
- ✓ Las relaciones C/N de los tratamientos elaborados mostraron el comportamiento esperado durante el proceso de elaboración del bokashi.
- ✓ Los análisis realizados tanto de manejo como después de la cosecha indican que el bokashi brinda variadas calidades como la presencia de organismos benéficos para el suelo y macro y micronutrientes listos para ser absorbidos por las plantas con los que se aprueba la hipótesis que dice el manejo favorable con distintos tipos de estiércol y residuos vegetales ayudarán a obtener un bokashi mejorado con nuevas propiedades tanto físicas como químicas, facilitando una mejor absorción y nutrición en los cultivos.

## 5.2 Recomendaciones

- ✓ En base a los resultados de los análisis del proceso de elaboración del bokashi de los diferentes desechos utilizado en esta investigación, se recomienda la elaboración de bokashi. Esto contribuiría en la disminución de la problemática de los desechos y la contaminación, así como también, podrían ser usados en la reducción de compra de insumos, comprimirían el uso de fertilizantes sintéticos y, posiblemente, podrían venderse a terceros, produciendo otra fuente de ingresos para el agricultor.

- ✓ Realizar estudio de efectos del bokashi obtenido en esta investigación en los cultivos más tradicionales de la zona.
  
- ✓ Capacitar a los estudiantes y agricultores en la elaboración del bokashi, el cual es de fácil disponibilidad para el agricultor, a través del reciclaje de los residuos producidos en su finca.

## **CAPITULO VI**

### **LITERATURA CITADA**

## 6.1 Literatura citada

**CARRION, C.** 2008. Tesis de grado sobre “Determinación de nutrientes del compost elaborado a base de residuos vegetales y la utilización de microorganismos de descomposición”

**CEGARRA, J., 1994.** Compostaje de Desechos Orgánicos y Criterios de Calidad del Compost. En: Programa Universitario de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PUI) (Ed.), Memorias Curso Master Internacional Aprovechamiento de Residuos Orgánicos. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, Junio 14 –17, pp. 1-8.

**CORONEL, A.** 1981. Experimentación en compostaje. Resultados preliminares. Centro andino de tecnología rural. Loja. CATER. pp. 34.

**COYNE, M.1999.** Microbiología del Suelo: Un Enfoque Exploratorio. Paraninfo. Madrid, ES. 416 p.

**CUESTA M.** 2008. Elaboración del biofertilizante bokashi. Chapias- México.

**CRUZ, M. 2002.**Elaboración de EM Bokashi y su evaluación en el cultivo de Maíz Zea mays L., Bajo Riego en Bramaderos. Tesis Ing.Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. p 80.

**FONAG.** 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Consultado el 28 de noviembre del 2013. Disponible en: [www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf).

**FUNDAGRO.**2010. Proyecto de Agricultura Orgánica Fase I. Informe técnico de resultados. Quito. pp 290.

**GUERRERO, B.** 1993. Abonos Orgánicos, técnicas para el manejo ecológico del suelo. Lima Peru. pp. 90.

**Labrador, J., 2001.** La materia orgánica en los agrosistemas. Ediciones mundi prensa, (2ed), Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España, pp. 152 – 180

**MARTINEZ, C.** 1999. Combricultura y abonos orgánicos. Montecillo y Chapingo México. pp 3.

**MUÑOZ, A.** 2010. Agricultura orgánica en el Ecuador. Consultado el 30 de noviembre del 2013.

**OBENG, L. 1987**“The Co – composting of Domestic Solid And Human Waster”. World Bank. technicalpapernumber 57.

**OKUMOTO, S. 2002.** Uso de EM para la Agricultura Natural: guía para la preparación de EM activado. Material no editado. Guacimo, Costa Rica, Universidad EART.

**PICADO, J, & AÑASCO, A. (2005).** Agricultura orgánica. En Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. San José, Costa Rica.

**RAMÍREZ, G. (1999).** Manual de agricultura orgánica. Litobuga Impresores. pp 36.

**RESTREPO, J. (1996).** Abonos orgánicos fermentados: experiencia de agricultores en Centro América y Brasil. San José, Costa Rica.

**RESTREPO. R. J. 2007.** Manual práctico él A B C de la agricultura orgánica y la harina de roca. Primera edición. Managua.

**RESTREPO, J. 2002.** Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y biofertilizantes Foliare, Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. P.1– 49.

**RÖBEN, E., 2002.** Manual de Compostaje Para Municipios. DED., (Ed.), Loja, Ecuador, 68 pp.

**SASAKI, M., KASAI, M., YAKAMOTO, H., & MATSUMOTO, H. (1995).** involvement of plasma membrane potential in the tolerance mechanism of plants roots to aluminium toxicity.

**SHINTANI, M. (2000).** Bokashi (Abono orgánico fermentado). EARTH.Guácimo, C.R. 9 p.

**SOTO, G. 2005.** ¿Qué es y cómo funciona el bokashi? En Abonos orgánicos para la producción sostenible de tomate. Turitalba, Costa Rica.

**SOSA, O. (2005).** Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. Revista agromensajes. Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR -Distribución gratuita.

**SUQUILANDA, M. (1995).** "Agricultura orgánica" alternativa técnica del futuro. Fundagro. Quito. Ed. UPS.

**TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, S., 1994.** Gestión integral de Residuos sólidos. Mc Graw Hill Interamericana de España, s. a. Madrid, 2 pp. 781-783.

**UNGERER DEL ECUADOR S.A. 2013.** La agricultura orgánica en el Ecuador. Consultado el 28 de noviembre del 2013. Disponible en: [www.ungerer.com.ec/productos-agricolas-ganan-mercado-gracias-al-banano-2.html](http://www.ungerer.com.ec/productos-agricolas-ganan-mercado-gracias-al-banano-2.html).