

**INFORME DE PASANTÍA REALIZADO EN EL PROGRAMA CUYÍCOLA DE LA
GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

JUAN MANUEL ENRÍQUEZ GUERRERO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ANIMAL
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2017**

**INFORME DE PASANTÍA REALIZADO EN EL PROGRAMA CUYÍCOLA DE LA
GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

JUAN MANUEL ENRÍQUEZ GUERRERO

**Informe de pasantía presentado como requisito parcial para optar al título de
Zootecnista**

**Asesora
ANA JULIA MALLAMA GOYES
Zoot. M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ANIMAL
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2017**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable concejo directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

M. Sc. ANA JULIA MALLAMA GOYES
Asesora

M. Sc. LESVY RAMOS OBANDO
Jurado delegado

M. Sc. ROSA LILA PEREIRA TUPAZ
Jurado

San Juan de Pasto Junio de 2017

RESUMEN

La pasantía empresarial fue realizada en la granja experimental Botana, perteneciente a la Universidad de Nariño, buscando dar solución a la problemática que se presenta por la mala disposición de la cuyinaza, la cual viene siendo causal de malos olores, proliferación de plagas y contaminación ambiental.

El objetivo de la investigación fue evaluar tres métodos de elaboración de abono orgánico fermentado tipo Bocashi utilizando como materia prima las excretas del programa cuyícola de la Granja Experimental Botana y variaciones en el inoculante microbiano por cada tratamiento así: tierra negra de bosque (T1) y microorganismos eficientes autóctonos en una dosis de 10 % (T2) y microorganismos eficientes autóctonos en una dosis del 20 % (T3); se realizó captura y activación de microorganismos eficientes autóctonos dentro de la granja experimental Botana, perteneciente a la Universidad de Nariño. La tierra negra de bosque y los microorganismos eficientes autóctonos, además de levadura granulada, fueron usados como inoculante microbiano al compost.

En el proceso de elaboración de los diferentes abonos orgánicos se utilizaron los estiércoles de cuyes procedentes de los galpones de líneas mejoradas y líneas criollas, las cuales fueron recolectadas y aisladas de la fracción fibrosa resultante del desperdicio alimenticio, para posteriormente ser mezcladas con los demás componentes del abono.

Se logró demostrar por medio de análisis de laboratorio NTC 5167, que T2 presenta porcentualmente mejor calidad química respecto a T1 y T3, alcanzando valores para carbono orgánico oxidable de 9,78 %, Nitrógeno 0,84 %, Fósforo y Magnesio 0,31 %, Azufre 0,22 %, para óxido de fósforo 0,71 % y para óxido de magnesio 0,51 %. Respecto a la determinación del índice de germinación propuesto por Zucconi, T1 presenta el mayor valor 83,89 %, seguido de T2 81,11 %, lo cual indica que son abonos libres de tóxicos, T3 alcanzó un valor de 79,65 % lo que indica una fitotoxicidad moderada, del mismo modo se evaluó una muestra de excretas frescas, las que arrojaron un valor de 65,09 % para índice de germinación.

ABSTRAC

The entrepreneurial internship was carried out at the Botana experimental farm, belonging to the University of Nariño, seeking to solve the problem that is presented by the poor disposition of guinea-pig manure, which has been a cause of bad smells, pest proliferation and environmental pollution.

The objective of the research was to evaluate three methods of producing organic fertilizer type Bocashi using as raw material, the excreta of the guinea-pig program of the Experimental Botana Farm and variations in the microbial inoculant for each treatment as follows: black forest land (T1) and Efficient autochthonous microorganisms at a dose of 10% (T2) and autochthonous efficient microorganisms at a dose of 20% (T3); The capture and activation of indigenous microorganisms was carried out inside the Botana experimental farm, belonging to the University of Nariño. Black forest land and indigenous microorganisms, as well as granulated yeast, were used as a microbial inoculant to compost.

In the process of elaboration of the different organic fertilizers guinea-pig manures from the improved line houses and creole lines were used, which were collected and isolated from the fibrous fraction resulting from the food waste and later mixed with the other components of the manure

It was possible to demonstrate by means of laboratory analysis NTC 5167, that T2 presents / displays percentage better chemical quality with respect to T1 and T3, reaching values for oxidizable organic carbon of 9,78%, Nitrogen 0,84%, Phosphorus and Magnesium 0,31% , Sulfur 0.22%, for phosphorus oxide 0.71% and for magnesium oxide 0.51%. Regarding the determination of the germination index proposed by Zucconi, T1 presents the highest value 83.89%, followed by T2 81.11%, which indicates that they are toxic free fertilizers, T3 reached a value of 79.65% Indicating a moderate phytotoxicity, a fresh excreta sample was also evaluated, which yielded a value of 65.09% for germination index

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	14
2. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4. MARCO TEÓRICO	18
4.1 GENERALIDADES SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL CUY	19
4.1.1 Importancia del cuy	19
4.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	19
4.2.1 Sistema familiar o tradicional.	19
4.2.2 Sistema familiar comercial.	19
4.2.3 Sistema comercial.	20
4.3 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN	20
4.3.1 Alimentación a base de forraje.	20
4.3.2 Alimentación mixta.	20
4.4 PROGRAMA CUYÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO	20
4.4.1 Inventario animal.	21
4.4.2 Alimentación.	21
4.4.3 Manejo animal.	22
4.4.4 Instalaciones.	22
4.5 RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA PRODUCCIÓN CUYÍCOLA	23
4.6 ESTIERCOL	24
4.6.1 Cuyinaza.	26
4.7 CONTAMINACIÓN GENERADA POR LAS EXCRETAS	27
4.8 ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE ESTIÉRCOL	28
4.8.1 Bocashi.	28
4.8.1.1 Ventajas.	30
4.8.1.2 Desventajas.	30
4.9 MICROORGANISMOS EFICIENTES	31
4.9.1 Microorganismos eficientes autóctonos.	31

4.10 LEVADURAS	32
5. METODOLOGÍA	32
5.1 TRABAJO DE CAMPO	33
5.1.1 Localización.	33
5.1.2 Instalaciones.	33
5.1.3 Materias primas.	34
5.1.4 Obtención y multiplicación de microorganismos eficientes autóctonos (E.M.A).	35
5.1.5 Elaboración de los abonos	36
5.1.6 Etapa A, determinación de excretas producidas.	37
5.1.7 Etapa B, preparación, pesaje y mezclado de materias primas por tratamiento.	39
5.1.8 Etapa C: Manejo del Bocashi.	40
5.2 TRABAJO EN LABORATORIO	41
5.2.1 Análisis químico de abonos orgánicos.	41
5.2.2 Prueba de germinación.	42
5.2.3 Composición química de los abonos tipo Bocashi.	44
5.2.4 Índice de germinación.	44
5.2.5 Manual de procedimientos.	44
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
6.1 PRESENCIA DE PLAGAS	46
6.2 TEMPERATURA DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOCASHI	49
6.3 pH	52
6.4 TIEMPO DE MADURACIÓN DEL BOCASHI	53
6.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ABONOS TIPO BOCASHI	54
6.5.1 Humedad y materia seca.	54
6.5.2 Carbono orgánico oxidable (COO).	55
6.5.3 Nitrógeno.	56
6.5.4 Relación Carbono/Nitrógeno.	57
6.5.5 Fósforo total P_2O_5 .	57
6.5.6 Calcio y magnesio.	57

6.6 ÍNDICE DE GERMINACIÓN	58
7. CONCLUSIONES	60
8. RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFIA	62
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características del estiércol por tipo de animal	24
Tabla 2. Materias por tratamiento	34
Tabla 3. Producción excretas animales mayores de 15 días	39
Tabla 4. Producción excretas animales menores de 15 días	39
Tabla 5 Parámetros a evaluar según NTC 5167.	42
Tabla 6 Parámetros a caracterizar y garantizar según NTC 5167.	45
Tabla 7. Análisis químico de los abonos tipo Bocashi	55
Tabla 8. Prueba de germinación para cada tratamiento	58
Tabla 9. Índice de germinación para cada tratamiento	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista interna área de compostaje	33
Figura 2. Vista externa área de compostaje	34
Figura 3. Ubicación de trampas	36
Figura 4. Trampas con microorganismos eficientes autóctonos	36
Figura 5. Medición de pH en activación de E.M.A.	37
Figura 6. Recolección desperdicio a 24 horas	38
Figura 7. Separación excretas de residuo alimenticio	38
Figura 8. Mezcla de ingredientes	40
Figura 9. Comprobación de humedad en mezcla	40
Figura 10. Controles de temperatura y pH	41
Figura 11. Molienda de los abonos	41
Figura 12. Dilución de las muestras	43
Figura 13. Germinación de semillas	44
Figura 14. Larvas de (<i>Musca domestica</i>) en excretas	47
Figura 15. Presencia de escarabajos de cama (<i>Alphitobius diaperinus</i>)	49
Figura 16. Relación temperatura vs tiempo	50

LISTA DE ANEXOS

Anexo A Análisis químico T1	72
Anexo B Análisis químico T2	73
Anexo C Análisis químico T3	74
Anexo D Manual de procedimientos	75

GLOSARIO

ESTIÉRCOL: Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de ganado doméstico, con o sin material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales.

FITOTOXICIDAD: es un término que se emplea para describir el grado de efecto tóxico producido por un compuesto sobre el crecimiento de las plantas. Estos daños pueden ser causados por una gran variedad de compuestos,

INFILTRACIÓN: es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo, a través de la superficie de la tierra, y queda retenida por ella o alcanza un nivel acuífero incrementando el volumen acumulado anteriormente. Superada por la capacidad de campo del suelo, el agua desciende por la acción conjunta de las fuerzas capilares y de la gravedad.

INOCULANTE MICROBIANO: son preparaciones de microorganismos promotores de crecimiento vegetal, por los cuales se busca incrementar actividad microbiana con su aplicación.

LIXIVIACIÓN: es el desplazamiento de sustancias solubles o dispersables; del suelo superficial a horizontes más profundos. Esto provoca que los horizontes superiores del suelo pierdan sus compuestos nutritivos, arrastrados por el agua.

Microorganismos: también llamado microbio u organismos microscópico. Es un ser vivo que solo puede visualizarse con microscopio. Son organismos dotados de individualidad que presentan una organización biológica elemental. Dentro de los microorganismos se encuentran organismos unicelulares procariontes, como las bacterias y eucariotes, como los protozoos, una parte de las algas y los hongos, e incluso los organismos de tamaño ultramicroscópico como los virus.

MICROORGANISMOS EFICIENTES: son diferentes tipos de organismos, levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería, según sus promotores.

MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS: coctel de microorganismos cosechados en un territorio determinado, sobre el cual se va a realizar su aplicación, compuesto por bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación.

PATÓGENO: es cualquier microorganismo capaz de producir una enfermedad infecciosa, incluye a los virus, bacterias, hongos y protozoos.

1. INTRODUCCIÓN

El cuy es uno de los animales más conocidos y representativos de la región Nariñense, es considerado como una excelente fuente de proteína animal y actualmente como animal de compañía o mascota. La línea mejorada producida en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño es una de las más apreciadas en el mercado local, dado sus buenos rendimientos productivos y reproductivos, los cuales se han logrado a través de mejoramiento genético por más de 30 años, cuando se iniciaron los cruces entre animales nativos y la raza peruana.

Sin embargo, en la producción de cuyes al igual que en cualquier otro tipo de producción pecuaria el estiércol se ha convertido en un grave problema a tratar en las granjas comerciales, principalmente por la cantidad que se genera y por el desconocimiento de tecnologías apropiadas que permitan su utilización como abono orgánico.

Dietz y Hoogervorst, citados por Tristan, et al., afirman que “en países donde las regulaciones ambientales son laxas o no existen, el estiércol se aplica al suelo continuamente, excediendo la capacidad de captación de nutrientes por los cultivos”¹; por su parte Miner et al., citados por el mismo autor mencionan que “esta sobrecarga de nutrientes en el suelo ocasiona su infiltración por escurrimiento y lixiviación en aguas superficiales y subterráneas”².

El ministerio de ambiente³ afirma que las producciones pecuarias no produce residuos, sino subproductos (estiércol), los cuales al no ser reutilizados adecuadamente son calificados como excedentes y entonces pasan a convertirse en residuos, lo cuales dejan de convertirse en un ingreso adicional por comercialización de abono orgánico y pasan a convertirse en un costo que debe soportar el productor pecuario para eliminarlos.

En la actualidad existe una gran cantidad de tecnologías para tratar los residuos orgánicos generados en granja, permitiendo el aprovechamiento de éstos como fuentes de energía o como enmiendas para el suelo, destacándose el uso de

¹ TRISTÁN-PATIÑO, Flor, GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, Cecilia, PEÑA-AVELINO, Luz Y., PINOS-RODRÍGUEZ, Juan M., RENDÓN-HUERTA, Juan A., GARCÍA-LÓPEZ, Juan C., impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de américa. Agrociencia [en línea] 2012, 46 (Mayo-Junio) : [Fecha de consulta: 8 de junio de 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30223110004>> ISSN 1405-3195

² Ibíd. p. 362-363

³ MINISTERIO DE AMBIENTE. Guía ambiental para el subsector porcícola. Asociación Colombiana de Porcicultores. Fondo Nacional de la Porcicultura. 2002. Disponible en: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Gu%C3%ADa%20Ambiental%20para%20el%20subsector%20Porc%C3%ADcola.pdf

abonos fermentados tipo Bocashi; los cuales según Ramos, et al.,⁴ permiten incorporar al suelo, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes, mejorando así las condiciones físico químicas, estimulando la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas.

Lo anteriormente expuesto se convierte en el soporte para que a través de éste proyecto se proponga una tecnología apropiada para aprovechar la cuyinaza como materia prima en la elaboración de abonos fermentados tipo Bocashi, con el fin de dar un buen aprovechamiento a las excretas del programa cuyícola de la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño y ser empleadas sin inconvenientes en los cultivos de la misma institución.

⁴ RAMOS, David, et al. Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. Cultivos tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba. 2014. P. 90. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193230070011>

2. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Tarapues indica:

Los residuos agropecuarios hace algunos años no causaban daño o contaminación alguna, debido que la actividad integraba la producción agrícola y ganadera, pero a lo largo de los años, el panorama cambia, debido que la actividad agropecuaria pasa a ser una explotación intensiva, que busca maximizar la producción con la menor cantidad de recursos; estas actividades, en especial la producción pecuaria genera grandes volúmenes de residuos sólidos, debido que en esta actividad la producción de estos es directamente proporcional a la cantidad de animales involucrados en la explotación⁵.

Rodríguez citado por Tarapues, menciona que “el potencial contaminante de los residuos ganaderos está determinado por los parámetros: materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y metales pesados, adicional a esto, los residuos sólidos de la actividad ganadera son portadores de poblaciones microbianas que inciden negativamente en la salud pública tanto como en la animal, además generan cambios en el equilibrio del medio, afectan el suelo, el agua y la atmósfera”⁶

El Tiempo afirma que “La crianza de cuyes en el departamento de Nariño, a diferencia de Ecuador y Perú, se desarrolla a nivel familiar, el 50 % de población rural se dedica a esta actividad, con un aproximado de 20.000 pequeños criaderos, de los cuales el 60% se concentra en el municipio de Pasto”⁷, del mismo modo se cuenta con algunas producciones de cuyes de tipo comercial semi-tecnificadas y tecnificadas, diferenciadas principalmente por el número de animales alojados, la implementación de registros y planificación de la producción animal, nutricional y forrajera.

Según el Ministerio de trabajo “En el departamento de Nariño el sector pecuario ocupa el primer lugar en cuyicultura y cunicultura, representando el 38,8% de la producción pecuaria del departamento”⁸. Partiendo de la información que se dio anteriormente, la gobernación de Nariño, mediante Ordenanza 002 aprobada por

⁵ TARAPUES, Ana. Aprovechamiento los residuos sólidos de la cadena productiva del cuy mediante compostaje, para su uso como bioabonos en cultivos de forraje alfalfa (*Medicago sativa*) en la zona alto Andina del Departamento de Nariño. Trabajo presentado como requisito parcial para optar por el título de Magister en desarrollo sostenible y medio ambiente. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables. San Juan de Pasto. 2016. 14. P. disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2826/Tarapues_Ana%20Carolina.%20Evaluador%201%20final%20corregido.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁶ Ibid. p. 14 - 15

⁷ El Tiempo. Holandeses asesoran a Pasto en la cría de cuyes. En: El Tiempo. 9, Febrero, 2015. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15222239>

⁸ Ministerio del Trabajo, Republica de Colombia. (2011). Programa Nacional de Asistencia Técnica para el Fortalecimiento de las Políticas de Empleo, Emprendimiento y Generación de Ingresos en el ámbito Regional y Local. Diagnóstico San Juan de Pasto. Bogotá, DC.

la Asamblea Departamental reconoce: “el Acuerdo de Competitividad de la Cadena Productiva del Cuy como Política Pública del Departamento de Nariño, la Ordenanza fue aprobada el 11 de noviembre de 2010 y permite consolidar la Cadena Productiva del Cuy”⁹.

A pesar de esto, la producción cuyícola no ha generado grandes cambios sobre el manejo que debe darse a los residuos orgánicos, vertiéndolos sin discriminación alguna al ambiente y contaminando de esta manera suelo, aire y agua, además de favorecer la proliferación de plagas dentro de la producción.

El programa cuyícola de la Granja experimental Botana no es ajeno al problema, ya que no cuenta con un adecuado manejo de excretas sólidas, ni tratamientos, que permitan aprovechar estos residuos orgánicos. Este material es acumulado de manera indiscriminada en espacios abiertos en áreas cercanas a la producción favoreciendo la proliferación de plagas como moscas y roedores, para posteriormente ser reintegrado al suelo sin tratamiento alguno, afectando así las condiciones medioambientales, e inclusive la misma producción.

Se debe considerar que la Granja Experimental Botana es un centro piloto en la producción cuyícola a nivel regional, por ende debe ser el principal innovador de tecnologías que aporten positivamente la cadena productiva del cuy. Estas innovaciones deben estar encaminadas a la mejora de la producción cuyícola, abarcando tanto factores productivos como factores medioambientales; por ello se hace necesario el aporte de tecnologías que reintegren, la cuyinaza como insumo al proceso productivo, garantizando así un enfoque sistémico a la empresa pecuaria.

3. OBJETIVOS

⁹ COLOMBIA, GOBERNACION DE NARIÑO. Ordenanza 020. (19, noviembre, 2010. Por medio de la cual se adopte como política publica el acuerdo de competitividad de la cadena productiva del cuy en el departamento de Nariño. Constanza de sanción. San Juan de Pasto., 2010. P. 1 – 126. Disponible en: <http://servicios.narino.gov.co/web/Normatividad/Normatividad/Ordenanzas/2010/ordenanza%20020-%2019-11-2010.pdf>

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres procedimientos para la elaboración de abono orgánico fermentado tipo Bocashi utilizando como materia prima las excretas del programa cuyícola de la Granja Experimental Botana.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar tres abonos fermentados tipo Bocashi, variando entre tratamientos el tipo de inoculante microbiano.
- Determinar la composición química de los tres abonos fermentados tipo Bocashi, según lo estipulado por la norma técnica colombiana NTC 5167.
- Evaluar los índices de germinación (severa, moderada, baja, nula) de los abonos fermentados tipo Bocashi por medio de la metodología propuesta por Zucconi.
- Implementar un manual de procedimientos en el cual se expongan los aspectos necesarios para la elaboración, almacenamiento y aplicación del abono fermentado tipo Bocashi para la Granja Experimental Botana.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL CUY

4.1.1 Importancia del cuy. Caycedo señala que:

Bajo condiciones tradicionales de crianza del cuy, este es un elemento fundamental en el desarrollo sostenible de las comunidades campesinas, pues produce algunos beneficios económicos y sociales en sectores de escasos recursos. Además el cuy es un animal que se adapta fácilmente al consumo de diversos alimentos que a su vez resultan económicos, puede consumir desde subproductos de cosechas, desperdicios de cocina hasta desechos de matadero, lo cual ayuda a disminuir el problema de la contaminación ambiental. Otra ventaja es la utilización de las excretas como abono orgánico o como ingrediente para preparar suplementos alimenticios animales¹⁰.

4.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

De acuerdo con Chalaca¹¹, los sistemas de producción están determinados ante todo por la función que la explotación ejercida dentro de un contexto de producción integral, en nuestro Departamento, la cuyicultura se da bajo tres sistemas de producción: tradicional o familiar, semi tecnificado y comercial.

4.2.1 Sistema familiar o tradicional. Según Caycedo¹² “no tienen ningún grado de tecnificación, se crían en las cocinas existen deficiencias nutricionales por competencias en la alimentación, se presenta elevada humedad en los pisos, lo que trae consigo problemas con enfermedades de todo tipo”, el mismo Caycedo aporta que “el número de animales está determinado básicamente por el recurso alimenticio disponible generalmente se mantienen un número menor a 50 animales sin tener en cuenta la clase, sexo, variedad, razón por la cual se tienen poblaciones con alto grado de consanguinidad y altas mortalidades de crías y adultos”¹³

4.2.2 Sistema familiar comercial. Según Caycedo *et al*¹⁴, el sistema comercial utiliza un grado de tecnificación, trabajando con animales mejorados y cruces, manteniendo una población de máximo 500 animales alojados en jaulas o pozas, agrupados por edad, sexo y clase. Así mismo Caycedo aporta que “un sistema de crianza, cuyo producto en parte se usa para consumo familiar y otra parte para su

¹⁰ CAYCEDO, Alberto. Perspectivas para la sostenibilidad de sistemas agropecuarios basados en el cuy (*Cavia porcellus*) para las culturas de los Andes tropicales del sur. En: memorias del curso sobre sistemas agropecuarios sostenibles para las montañas tropicales. Cali, Colombia: CIPAV, 1995. P. 227.

¹¹ CHALACA. Op. Cit., p. 27.

¹² CAYCEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes, Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Vicerrectoría de Investigaciones, posgrados y relaciones internacionales. 2000

¹³ CAYCEDO, Alberto, et al. Producción sostenible de cuyes. Alternativa económica para la conservación de cuencas hidrográficas en el Departamento de Nariño. 1 ed. Pasto, Nariño. 2011. p. 238. ISBN 978-958-8609-00-3.

¹⁴ Ibid. P. 47

comercialización. El manejo se realiza en galpones pequeños o adecuaciones fuera de la cocina, además requiere de mano de obra para el manejo en el galpón, establecimiento y mantenimiento de los pastos”¹⁵.

4.2.3 Sistema comercial. Caycedo et al, expone que:

En este sistema se maneja más de 500 cuyes por galpón. Se aplican prácticas de, manejo altamente tecnificadas en galpones comerciales. Los animales utilizados son de líneas selectas mejoradas, precoces prolíficas y eficientes convertidores de alimento con fines de consumo en asaderos obtención de pie de cría garantizado. Trabaja con apareamientos a temprana edad, utiliza galpones comerciales para producción y levante con alojamientos en jaulas colectivas o individuales o pozas e implementos tales como, tolvas, bebederos automáticos, cercas gazaperas, fuentes de calor en épocas de frío. Se cuenta con áreas disponibles para la siembra de pastos y emplea subproductos agrícolas¹⁶

4.3 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

4.3.1 Alimentación a base de forraje. Aliaga *et al*/ asevera que:

La alimentación a base de forrajes consiste en el empleo de esta como única fuente de sustento por lo que existe dependencia a su disponibilidad la cual está altamente influenciada por la estacionalidad en la producción del mismo. Existe, pues, un alto grado asociativo entre la dinámica poblacional y la disponibilidad de forraje. Es importante indicar que este tipo de alimentación no logra el mayor rendimiento de los animales, aunque si cubre la parte voluminosa. Por su parte el cuy es una de las especies herbívoras altamente adaptables, pues varía su selectividad de plantas de acuerdo a la disponibilidad de forraje¹⁷

4.3.2 Alimentación mixta. En cuanto a este tipo de alimentación Aliaga *et al*/señala que:

Se denomina así al suministro de forraje y concentrado. Este último completa una buena alimentación, por lo que, para obtener rendimientos óptimos, es necesario hacerlo con buenos insumos accesibles desde el punto de vista económico y nutricional. Cabe mencionar que el forraje asegura la ingestión adecuada de fibra y ayuda a cubrir, en parte, los requerimientos de algunos nutrientes; por otro lado el concentrado satisface los requerimientos de proteína, energía, minerales y vitaminas. Con esta alimentación se logra el rendimiento óptimo de los animales¹⁸

4.4 PROGRAMA CUYÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

¹⁵ CAYCEDO. Op. Cit., p. 39

¹⁶ CAYCEDO et al. Op. Cit.,p.48

¹⁷ Ibid. P. 357

¹⁸ Ibid.p. 357

El programa de cuyes fue creado en las granjas de la Universidad de Nariño hacia los años setentas, con una población de 465 cuyes de la línea nativa, valorados en \$ 1.802.666. Como estrategia para solucionar los problemas que aquejan al pequeño productor y a los artesanos del fique del Departamento, en el año 1999 se realizó el convenio Universidad de Nariño – Secretaria de Agricultura del Departamento - IICA y Ministerio de Agricultura, para sustituir este cultivo, con el fomento y la producción de pie de cría mejorado de cuyes y capacitar de forma teórica y práctica en la crianza de esta especie, para llevar a cabo dicho proyectos se realizó la entrega de 10.000 cuyes de pie de cría a diez municipios productores de fique del departamento Guaitarilla, San Lorenzo, Arboleda, San José de Alban, El Tambo, Berruecos, Chachagui, San Bernardo, Providencia y Pasto.¹⁹

4.4.1 Inventario animal. El programa cuyícola para el mes de febrero del 2017 contó con un total de 193 hembras reproductoras, 49 machos reproductores, 152 hembras de levante, 124 machos de levante y 101 crías para un total de 619 animales de la línea mejorada; la línea nativa cuenta con 88 hembras reproductoras, 4 machos reproductores, 149 hembras de levante, 125 machos de levante y 42 crías, para un total de 408 animales, en total se tienen 1027 animales albergados en 3 galpones.

4.4.2 Alimentación. El programa cuyícola de la Universidad de Nariño utiliza alimentación mixta, en la cual se suministra forraje y alimento balanceado. El alimento es suministrado una vez al día en horas de la mañana. Con el fin de incentivar el consumo de alimento balanceado, este es suministrado a primera hora, seguido del forraje el cual se entrega a los animales sin someterse a un proceso oreo, para con esto aportar las cantidades de agua requeridas.

El recurso forrajero que se tiene dispuesto para corte, acarreo y alimentación de los cuyes, se encuentra distribuido en cinco lotes establecidos, los cuales aseguran el suministro forrajero diario. Estos lotes tienen un total de 8.125 m², del cual se obtienen pastos como: kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), diferentes tipos de rye grass (*Lolium ssp*), avena forrajera (*avena sativa*), *brasileño* (*Phalaris tuberosa*) y nabo (*Brassica rapa*) entre otros.

Al ser el cuy un animal herbívoro, es necesario suministrar pastos y forrajes diariamente. Caycedo señala que “en condiciones de clima frío, un gazapo en su periodo de lactancia, consume hasta 100 gramos de forraje verde, en la fase de levante consumen 350 gramos y en la fase de engorde en promedio consumen 450 gramos”²⁰.

¹⁹ Informe productivo 2000. Granja Botana. Lesvy Ramos

²⁰ CAYCEDO, Alberto, et al. Producción sostenible de cuyes. Alternativa económica para la conservación de cuencas hidrográficas en el Departamento de Nariño. 1 ed. Pasto, Nariño. 2011. p. 100. ISBN 978-958-8609-00-3.

Debido a que las casas comerciales, productoras de alimento balanceado para cuyes ofrecen un producto con un único aporte de proteína y energía, este tipo de alimento es realizado desde su formulación en la granja Botana, con el fin de obtener un alimento idóneo que diferencie las etapas fisiológicas productivas. Se elaboran dos tipos de alimentos balanceados, uno para animales de levante y engorde con aporte de 17% de proteína y 3000 Kcal y otro para animales en reproducción y lactancia con aporte del 20% de proteína y 3000 Kcal.

4.4.3 Manejo animal.

4.4.3.1 Reproducción. Inicia con los animales que ya han pasado por un proceso de selección, cuyos pesos sean iguales o superiores a 900 gramos y de entre 12 y 14 semanas de edad. La reproducción es manejada en ciclo continuo, con una densidad de cinco hembras por un macho en jaulas de 1m², al momento de agrupar los animales se realiza un registro de peso color e identificación de cada individuo, además se registra el número de jaula y fecha en la cual entran al grupo de reproducción.

La gestación de los cuyes de la granja Botana tiene una duración de entre 70 y 72 días, transcurrido este tiempo nacen los gazapos, a los cuales se les abre registro el que contempla: fecha y lugar de nacimiento, identificación de los padres, número de parto de la madre, tamaño de camada, peso al nacimiento de la cría, color de pelaje y ojos, sexo y número. Pasados 15 días se realiza el destete el cual consiste en la separación de madre y cría, en este día se registra el peso, además se suministra vitaminas del complejo B y se desparasita a las crías.

4.4.3.2 Levante y engorde. Esta etapa se inicia post destete, los animales son trabajados con una densidad de 9 animales en 1m², hembras se albergan en jaulas y machos en pozas de 16m², con el fin de evitar lesiones causadas por la agresividad de estos animales.

4.4.3.3 Selección. En la granja Botana se trabaja una selección la cual valora: Tamaño de camada, peso al nacimiento y peso al destete como principales factores de selección. Se busca camadas con un tamaño de entre tres y cuatro individuos, que al nacimiento tengan un peso igual o superior a 150 gramos y que al destete doblen su peso al nacimiento.

4.4.4 Instalaciones. La granja Botana cuenta con un total de 170 jaulas de 1m² cada una y 4 pozas de 16 m², distribuidas en 3 galpones de la siguiente manera:

- Galpón 1: cuenta con 58 jaulas en las cuales se albergan los animales reproductores de línea mejorada.

- Galpón 2: cuenta con 72 jaulas y 4 pozas en donde se albergan los animales de levante y engorde.
- Galpón 3: cuenta con 40 jaulas en las cuales se albergan los animales reproductores de la línea nativa.

Teniendo una capacidad máxima de alojar a 490 hembras reproductoras con sus respectivas crías, 98 machos reproductores y hasta 1224 animales en levante y engorde.

4.5 RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA PRODUCCIÓN CUYÍCOLA

Como menciona Morales y Moreno²¹, la generación de residuos sólidos en la producción del cuy, asciende a 3 toneladas mensuales por cada 900 a 1000 animales, cifras que aumentan proporcionalmente de acuerdo al número de animales.

Tarapues²² afirma que la creciente demanda del cuy, principalmente en épocas decembrinas ocasiona una producción excesiva de residuos sólidos, que a su vez trae consecuencias en la granja y en el área de sacrificio; entre estas consecuencias se mencionan principalmente:

- Presencia de plagas en el galpón de producción: que causan problemas sanitarios representados en enfermedades infecciosas causadas por virus, bacterias y hongos, enfermedades parasitarias como piojo o pulga y altas inversiones en la disposición final de residuos sólidos y control de plagas.
- Transformación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo: ocasionado por el uso excesivo de agroquímicos y malas prácticas en la disposición de residuos sólidos como la aplicación de éstos directamente sobre el suelo, sin someter el residuo a un tratamiento previo, generando finalmente baja productividad de cultivos.
- Producción de malos olores en granja: producidos por gases como metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), principales gases de efecto invernadero (GEI) y generadores de bajos rendimientos productivos y reproductivos en las producciones de cuyes.

²¹ MORALES, Carmen y MORENO, Felipe. Producción de biogás con estiércol de cuy. En: Leisa. Junio, 2005. Vol. 21, 1, p. 23. Disponible en: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/statistics/volumen-21-numero-1>

²² TARAPUES. Op. Cit., p. 18

- Aumento en el volumen de residuos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios: si bien en la mayor parte de las zonas rurales del departamento de Nariño, no se cuenta con recolección de basuras, en las zonas urbana donde se ubican las área de sacrificio y los restaurantes que ofertan el producto al consumidor final, la recolección de basuras se hace 3 veces a la semana, motivo por el cual muchos de los residuos sólidos provenientes del procesos de sacrificio terminan en los rellenos sanitarios, disminuyendo aceleradamente la vida útil de estos, adicionalmente según la el decreto 2981 de 2013 este tipo de residuos sólido es considerado un residuos especial por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, el cual no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo, por lo tanto necesita un tratamiento especial que no se está llevando a cabo.
- Contaminación del recurso hídrico: las malas prácticas agrícolas y en el área de sacrificio, generan vertimiento en los afluentes de agua, generando una contaminación de los mismos; adicional a esto, las aguas de lavado y vísceras del proceso de sacrificio de cuy (*Cavia porcellus Linnaeus*) llegan a las plantas de tratamiento municipal, generando así deficiencias en los procesos y en la capacidad de las mismas²³.

4.6 ESTIERCOL

Hurtado menciona que, “el estiércol es una descripción general de cualquier mezcla de heces, orines y desperdicios. La composición físico-química del estiércol varía de una producción agropecuaria a otra, dependiendo entre otros factores del tipo de ganado, de la dieta y de las condiciones bajo las cuales se produce el estiércol”²⁴. (Tabla 1)

Tabla 1. Características del estiércol por tipo de animal

Especie	% Humedad	% Nitrógeno	% Fósforo	% Potasio
Cuy	30	1,9	0,8	0,9
Caballo	59	0,7	0,25	0,77

²³ Ibid. P. 19

²⁴ HURTADO, Jaime. Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Línea De Investigación: Biosistemas Integrados. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. Manizales, Colombia. 2014. 104 p. Disponible en: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1901/Trabajo%20Grado%20Jaim e%20Hurtado%20Villegas%20V%20Cohorte.pdf?sequence=1>

Vacuno	79	0,78	0,23	0,62
Ave	55	1	0,8	0,39
Cerdo	74	0,49	0,34	0,47

CHIRINOS, et al. Crianza y comercialización de cuy para el mercado limeño. Universidad ESAN. Lima. Perú. 2008. 194 p. ISBN 978-9972-622-57-1.

Por su parte Dourmand citado por Mariscal, afirma que: “los factores ligados al animal y al alimento influyen directamente sobre la composición química de las excretas, ya que la excreción corresponde a la proporción de un nutrimento contenido en el alimento que no es retenido por el animal”²⁵

Suquilanda citado por Teran, manifiesta que:

El estiércol como toda materia orgánica cumple un papel de vital importancia en el mejoramiento de los suelos, pues su presencia en los mismos, cumple las siguientes funciones:

- Aporta los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, durante el proceso de descomposición (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo).
- Activa biológicamente el suelo, ya que representa alimento para toda la población biológica heterótrofa que en él existe (un suelo sin vida microbiana es un suelo muerto).
- Mejora la estructura del suelo, favoreciendo a su vez el movimiento del agua y del aire y por ende el desarrollo del sistema radicular de las plantas.
- Incrementa la capacidad de retención del agua.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) del suelo²⁶.

Además, Caycedo afirma que “el buen manejo del estiércol minimiza los efectos negativos y estimula los efectos positivos sobre el medio ambiente. La emisión de gases y el lavado de nutrientes, la materia orgánica y los olores tienen efectos indeseables sobre el medio ambiente. Un efecto positivo indirecto es el uso de

²⁵ MARISCAL, Gerardo. Tratamiento excretas cerdos. Capítulo 7. Sitio argentino de Producción Animal. FAO. 2007. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/63-excretas_cerdos.pdf

²⁶ TERAN, Maritza. Efecto de la aplicación de cuatro dosis de curinaza y gallinaza en el cultivo de la acelga (*Beta Vulgaris*). Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Universidad técnica del norte, Facultad de ingeniería en ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador. 2009. 13. P. disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4801/1/03%20AGP%20090%20Trabajo%20grado.pdf>

estiércol para lograr un ahorro de los recursos no renovables usados en la producción de fertilizantes inorgánicos”²⁷.

4.6.1 Cuyinaza. La Revista Lasallista citada por Pantoja, afirma que “el estiércol de cuy es uno de los estiércoles de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo”²⁸.

Por su parte García, et al., citados por Pantoja, aportan que “la cantidad de estiércol producido por un cuy es de 2 a 3 kg por cada 100 Kg de peso vivo”²⁹.

Según Echandia citado por Montenegro menciona que: “El estiércol de cuy es uno de los mejores bioabonos que existe pues, además de los carbohidratos que contiene es, generalmente, es el producto de la metabolización de la fibra que digiere el cuy. Las características físicas son importantes pues, por lo general, el cuy no consume agua y la consistencia del material excretado es seca y evita proliferación de moscas que prefieren otro tipo de estiércol”³⁰.

FONCODES menciona que “el estiércol de cuy puede ser utilizado para preparar compost, humus de lombriz o biol. Cuando estos abonos son aplicados al suelo, se aumenta su contenido orgánico, incrementa el contenido de micronutrientes, retiene más agua y mejora la producción de los cultivos”³¹.

Moreno, citado por Severiano “la cuyinaza se utiliza para abonar suelos en los que se cultiva principalmente frutales, hortaliza y plantas ornamentales, ya que su alto contenido de fitohormonas, es un valioso activador del crecimiento y floración de las plantas”³².

²⁷CAYCEDO, et al. Op. Cit., p. 110.

²⁸ PANTOJA, Ricardo. Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi. Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. El Ángel, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2014. 85 p. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/691/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000122.pdf>

²⁹ Ibíd. p. 15

³⁰ MONTENEGRO, Carlos. Evaluación de diferentes tipos de fertilización orgánica en pasto bestfor (*Lolium hybridum*) y valoración nutritiva en cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de levante. Trabajo de grado como requisito parcial para optar por el título de Zootecnista. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2008. 43 p.

³¹ FONCODES. Crianza de cuyes. Proyecto “mi chacra emprendedora – Haku Wiñay”. Lima: Ministerio de desarrollo e inclusión social, 2014. 44 p. Disponible en:

³² SEVERIANO, Hugo. Efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos sobre el rendimiento del forraje de *Leucaena leucocephala* cultivar cunningham, en la comunidad de Zungarococha, Distrito de San Juan Bautista – Loreto. trabajo de grado para optar por el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Agronomía, 2014. 76 p. disponible en:

4.7 CONTAMINACIÓN GENERADA POR LAS EXCRETAS

Pacheco, et al, afirma que:

Por lo que respecta a las excretas animales, se concede especial atención a su aplicación en la tierra, esta práctica, la más antigua, es también la más beneficiosa. Si se aplica adecuadamente, el estiércol aumenta la fertilidad del suelo, mejora su estructura y no causa problemas de contaminación. En cambio, el “vertido” incontrolado del estiércol en la tierra conlleva a un riesgo ambiental importante para la calidad del aire, del suelo y de las aguas superficial y subterránea. La utilización del estiércol sin tratar en la tierra, puede transmitir bacterias, virus, amebas, helmintos y parásitos. Normalmente, se subestiman los peligros que presentan las bacterias y los virus patógenos porque muchas veces los animales transportan patógenos sin mostrar síntoma alguno.³³

Méndez, et al.³⁴, clasifican la contaminación ambiental causada por la disposición de excretas sin control alguno en tres: contaminación de aire, agua y suelo de la siguiente manera:

- La contaminación del aire se da por las emisiones de amoníaco, sulfuros de hidrógeno, metano y dióxido de carbono los cuales producen molestias por los olores desagradables, siendo además precursores de trastornos respiratorios en el hombre y animales, entre otros problemas como es la contribución de la destrucción de la capa de ozono por la producción de óxido nitroso N₂O como parte de los gases emitidos durante la degradación microbiana³⁵.
- La contaminación del suelo se da por el vertido de un volumen de estiércol excesivo que puede ocasionar la acumulación de nutrientes en el suelo y producir su alteración en pH, la infiltración al subsuelo de nitratos, contaminación microbiológica, entre otros. Otro problema relacionado es la acumulación de metales pesados en la capa superficial del suelo, particularmente por la presencia de sales de hierro y cobre³⁶.

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3369/Hugo_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

³³ PACHECO, Julia; CABRERA, Armando; STEINICH, Birgit; FRÍAS, Javier; CORONADO, Víctor y VÁZQUEZ, Juan. Efecto de la aplicación agrícola de la excreta porcina en la calidad del agua subterránea. Artículo de investigación. 2002. Disponible en: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/efecto.pdf>

³⁴ MENDEZ NOVELO, R *et al.* Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán. En: Ingeniería Revista Académica: Redalyc. (Mayo-Agosto, 2009). Vol. 13, Núm. 2, pp. 13-21. ISSN 1665-529X. disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Roger_Novelo/publication/237035039_Estimacin_del_potencia_l_contaminante_de_las_granjas_porcinas_y_avcolas_del_estado_de_Yucatn/links/5548dd880cf25a87816aa919.pdf

³⁵ *Ibíd.* p. 15

³⁶ MENDEZ. Op. Cit., p. 15.

- La contaminación del agua superficial por las excretas se manifiesta por la presencia de amonio y sulfatos, entre otros. El exceso de nutrientes favorece el crecimiento de las algas desencadenando con ello el agotamiento del O₂ disuelto, favoreciendo la proliferación de larvas de insectos nocivos, y en casos severos se provoca la eutroficación de los cuerpos de agua. Por su parte el amonio es tóxico para los peces y los invertebrados acuáticos³⁷.

4.8 ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE ESTIÉRCOL

Cabe resaltar que la producción cuyícola en Colombia no está normativizada por alguna institución encargada de verificar aspectos sanitarios, como sucede en otras producciones animales como ganadería, porcicultura y avicultura, en donde no solamente se regulan aspectos productivos, de manejo, sanidad y bioseguridad sino también aspectos medioambientales relacionados con la producción.

Para el manejo de las excretas existe una gran cantidad de protocolos y opciones que van desde sencillos procesos térmicos sin adición de ningún otro material, hasta procesos compuestos demandantes en mano de obra, infraestructura, materiales y tiempo.

Entre las alternativas que podrían considerarse para el tratamiento de estiércoles o excretas se citan:

- Producción de biogás
- Compostaje
- Lombricompost
- Bioles
- Abonos fermentados tipo Bocashi.

4.8.1 Bocashi. Para Shintani, “Bocashi es una palabra japonesa que significa materia orgánica fermentada”³⁸.

Según Ordóñez; Lagos y Suárez, “el Bocashi es el resultado de la fermentación de residuos vegetales y estiércol con la ayuda de productos fermentadores como la

³⁷ Ibid. p. 15

³⁸ MORENO, Jacquelin. Evaluación de bokashi y micorriza VAM en el desarrollo de plátano Curare Enano en vivero. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras Abril, 2002. 64 p. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2191/1/T1417.pdf>

melaza y levaduras que aceleran la descomposición. Es rico en nutrimentos e incorpora gran cantidad de organismos benéficos al suelo”³⁹.

Tiene un efecto progresivo y acumulativo, es decir poco a poco va mejorando fertilidad y la vida del suelo. Con su aplicación se obtienen plantas más sanas, mayor producción, suelo con mayor retención de humedad y con mayor facilidad para trabajar. Igualmente mejora las características físicas y suple a las plantas con nutrimentos”⁴⁰.

FAO menciona que “La elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, quimioorganotróficos, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables”⁴¹.

Según la FAO este tipo de abono fermentado cumple con dos etapas:

La primera etapa por la que pasa la fermentación del abono es la estabilización, en la que la temperatura puede llegar a alcanzar aproximadamente entre 70°C y 75°C si no es controlada adecuadamente, debido al incremento de la actividad microbiana. Posteriormente, la temperatura del abono comienza a disminuir, debido al agotamiento o de la fuente energética que retroalimenta el proceso. A partir de aquí, el abono pasa a la segunda etapa, que es la maduración, en la cual la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen es más lenta, para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización⁴².

El Bocashi dentro de su formulación tradicional cuenta con una elevada cantidad de tierra negra o de bosque como inoculante microbiano, por esta razón es una tecnología adecuada para pequeños agricultores, sin embargo, debe considerarse que de hacerse bajo estas condiciones pierde el concepto de tecnología limpia por el daño ambiental que se ocasiona, además de ser poco práctica la extracción y el transporte de la tierra elevando finalmente los costos de elaboración del abono. Ante esto Baltodano señala que “para acelerar el proceso de maduración del Bocashi, algunos fabricantes han recurrido a la aplicación de microorganismos efectivos, los cuales permiten una mayor velocidad de descomposición de las materias primas

³⁹ Ibid. p. 5

⁴⁰Ramos Agüero, David, Terry Alfonso, Elein, Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales [en línea] 2014, 35 (Octubre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 14 de marzo de 2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232493007>> ISSN 0258-5936

⁴¹FAO. Elaboración y uso del bocashi. Programa especial para la seguridad alimentaria. El Salvador. 2011. p. 2. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

⁴² Ibid. P. 5

orgánicas que lo conforman”⁴³ el cual puede ser extraído bajo una tecnología específica de los mismos suelos boscosos.

Ortega⁴⁴ enumera las ventajas y desventajas del Bocashi de la siguiente manera:

4.8.1.1 Ventajas. Mantiene un mayor contenido energético al no haber pérdidas por volatilización.

- Activa macro y microorganismos benéficos durante el proceso de fermentación.
- Se puede preparar en poco tiempo 12 a 24 días.
- No se forman gases tóxicos ni malos olores.
- Puede ser utilizado inmediatamente después de la preparación.
- Bajo costo de producción.

4.8.1.2 Desventajas. Si el proceso no se maneja correctamente se puede presentar:

- Presencia de insectos indeseables.
- Desarrollo de microorganismos patógenos.
- Genera malos olores e inanición del Nitrógeno.
- Malos olores por putrefacción de los materiales.
- Se producen ácidos nocivos capaces de quemar las raíces de los cultivos.

Avila y Olvera, afirman que “el principal objetivo del uso del bocashi es el de mejorar condiciones físicas (porosidad: mayor capacidad de retener el agua y reducción de la erosión), químicas (menor pérdida y mayor disponibilidad de nutrientes) y biológicas del suelo (mejor equilibrio biológico y disminución de plagas y

⁴³ BALTODANO, Patricia. Determinación de la calidad microbiológica del abono orgánico Bocashi durante el proceso de fabricación y almacenamiento. Trabajo de investigación como requisito para optar por el título de licenciada en microbiología y química clínica y grado profesional de doctora en microbiología y química clínica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Microbiología. 2002. 45 p. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1013/1/21346.pdf>

⁴⁴ ORTEGA, Pedro. Producción de Bokashi sólido y líquido. Monografía previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 2012. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>

enfermedades), resultando todo esto en una producción de bajo costo, más saludable para el productor y consumidor y que no afecta al medio ambiente”⁴⁵.

4.9 MICROORGANISMOS EFICIENTES

Correa citado por Mallama y Ordoñez, manifiesta que:

La tecnología EM fue desarrollada por el doctor Teruo Higa Ph.D., profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. A comienzos de los años 70 el profesor Higa comenzó con la búsqueda de una alternativa que remplazara los fertilizantes y los pesticidas sintéticos, popularizados después de la segunda guerra mundial para la producción de alimentos en el mundo entero.

El doctor Higa comenzó a estudiar a los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas. Para su investigación recogió 2000 especies de microorganismos. El trabajo tomo tiempo, excluyendo microorganismos dañinos y olorosos, logro encontrar 80 microorganismos eficaces benéficos a los seres humanos y el ambiente. En el curso de su investigación, el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos, encontró allí más adelante, crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente Higa empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal del EM, como acondicionador del suelo, 14 años después de haber comenzado su investigación.

El grupo calificado como EM incluye un cultivo de 5 familias, 10 géneros y más de 80 especies de microorganismos, que resultaron ser los mismos usados durante años en los procesos alimenticios y destilación de alcohol⁴⁶.

4.9.1 Microorganismos eficientes autóctonos. Arias señala que “el término “microorganismos autoctonos” ha sido atribuido por productores agrícolas a la combinación de microorganismos presentes en un área de cultivo determinada, los cuales han sido “capturados” mediante procesos artesanales sencillos y potenciados posteriormente con soluciones de azúcares y proteínas. El microorganismo autoctono es efectivo, puesto que al pertenecer al mismo suelo

⁴⁵ AVILA, Carlos y OLVERA, Luis. Estudio de factibilidad para la fabricación de abono fermentado de tipo bokashi. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Pachuca, Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de ciencias básicas e ingeniería. 2006. 261 p. Disponible en:

<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1744/Estudio%20de%20factibilidad%20para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20abono%20fermentado%20de%20tipo%20bokashi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁴⁶ MALLAMA, Ana y ORDONEZ, Leidy. Influencia del probiótico EM (Microorganismos eficientes) sobre los índices productivos y las características nutricionales del huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2006. 130 p.

donde se realiza el cultivo, no necesita ser reactivado y su adaptación al ecosistema del suelo es completa.”⁴⁷.

4.10 LEVADURAS

Gonzales y Valenzuela, citados por Diaz, mencionan que “la levadura es un nombre genérico que agrupa a una variedad de organismos unicelulares, incluyendo especies patógenas para plantas y animales, y especies no solamente inocuas sino de gran utilidad”⁴⁸.

Por su parte Plascencia et al, citados por Córdoba Lidia “afirman que la presencia de levaduras depende de la temperatura, el pH, la humedad y la disponibilidad de azúcares. *Saccharomyces cerevisiae* es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad”.⁴⁹

La levadura junto con la tierra de floresta virgen y el bocashi maduro son la fuente principal de inoculación microbiana en la elaboración de abonos orgánicos fermentados⁵⁰

5. METODOLOGÍA

El trabajo se dividió en dos fases: en la primera incluyó todo el trabajo de campo: labores de recolección, separación y pesaje de excretas, adecuación del espacio físico, preparación y elaboración del abono fermentado tipo Bocashi. La segunda fase fue realizada en laboratorio: análisis bromatológicos de abonos orgánicos seguidos de una prueba de fitotoxicidad y de germinación, para poder comprobar cuál de los tres tratamientos presenta mejores cualidades como abono orgánico.

⁴⁷ ARIAS, Carlos. Estudio de 2 grupos de Microorganismos como Agentes Aceleradores de Descomposición de los Desechos Sólidos Orgánicos Originados en los Comedores de ESPOL. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. 2007. 120 p. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4338/1/6858.pdf>

⁴⁸ DÍAZ, D. Desarrollo de un inóculo con diferentes sustratos mediante fermentación sólida sumergida. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Volumen 12. Número 1. 2011. 10 p. ISSN 1695-7504 Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010111/011101.pdf>

⁴⁹ CORDOBA, Lidia. Evaluación del comportamiento de microorganismos eficientes autóctonos Ema y levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Bioquímico. Ambato, Ecuador: Universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos. Ingeniería bioquímica. 2015. 18 p. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/12942/1/BQ.%2070.pdf>

⁵⁰ FAO. Elaboración y uso del Bocashi. Programa especial para la seguridad alimentaria. El Salvador. 2011. p. 5. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

5.1 TRABAJO DE CAMPO

5.1.1 Localización. El trabajo de campo se realizó en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, ubicada aproximadamente a 9 Km del municipio de Pasto, en el corregimiento de Catambuco, en la vereda Botana, del departamento de Nariño. Está localizada al oriente del meridiano de Greenwich a $77^{\circ} 18' 58''$ longitud oeste y $1^{\circ} 10' 11,4''$ latitud norte, a una altitud de 2820 msnm, con una temperatura promedio de 14°C , una precipitación media de 800 a 1000 mm, con humedad relativa de 70 a 80%, con 900 horas sol promedio año⁵¹.

5.1.2 Instalaciones. La producción del abono fermentado tipo Bocashi se realizó en un espacio adecuado para garantizar protección de la luz directa, agua lluvia, entrada de animales de granja y corrientes de aire excesivas. Se utilizó una estructura de techo a un agua, la cual contaba con una pared de ladrillo, techo en láminas de zinc y dos parales en madera. A esta estructura se realizó un aplanamiento del suelo, para poder instalar láminas de aluminio que permitieron el fácil volteo de las pilas del compostaje (Figura 1); asimismo se realizó el cierre del perímetro con plástico de invernadero calibre 6, para garantizar condiciones adecuadas de temperatura y humedad (Figura 2). El espacio para la elaboración del abono contó con unas medidas de 3 m de frente por 2,5 m de fondo por 2,38 m de alto donde se dispuso los 3 abonos evaluados.

Figura 1 Vista interna área de compostaje



⁵¹ IDEAM. Adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. 2016.

Figura 2. Vista externa área de compostaje



5.1.3 Materias primas. Para la elaboración de los abonos fermentados tipo Bocashi se utilizaron los insumos y cantidades recomendados por Restrepo y Hensel en 2009, (Tabla 2) para el T1. Para el caso de los tratamientos T2 y T3 se reemplazó la tierra negra de bosque por microorganismos eficientes autóctonos a porcentajes de 10 % y 20 % respectivamente.

Tabla 2. Materias por tratamiento

Materiales	T1	T2	T3
	Cantidad (Kg)		
Tierra cernida	16,9	16,9	16,9
Paja picada	16,9	16,9	16,9
Estiércol	16,9	16,9	16,9
Cisco de carbón	8,5	8,5	8,5
Pulidura de arroz	0,9	0,9	0,9
Cal dolomita	0,9	0,9	0,9
Tierra negra de bosque	0,9	-	-
Melaza	0,2	0,2	0,2
Levadura granulada	0,02	0,02	0,02
Agua	Prueba de puño		
Microorganismos eficientes autóctonos (E.M.A)	-	10%	20%

La fracción líquida de los tratamientos se aplicó únicamente al inicio de elaboración del compostaje y estuvo determinada para cada tratamiento de la siguiente manera:

- T1 = 100% agua.
- T2 = 10% EMA + 90% agua.
- T3 = 20% EMA + 80% agua.

La cantidad de líquido aplicado a la mezcla se dio en proporción a la prueba de puño, debido a que la investigación no contó con equipos especializados que permitan realizar esta medición con exactitud.

La variación en cada uno de los tratamientos radica en el inoculante microbiano utilizado, siendo para:

- T1 = Tierra negra de bosque + levadura.
- T2 = Microorganismos eficientes autóctonos al 10% + levadura.
- T3 = Microorganismos eficientes autóctonos al 20% + levadura.

5.1.4 Obtención y multiplicación de microorganismos eficientes autóctonos (E.M.A). La obtención y multiplicación de los microorganismos eficientes autóctonos según Arroyo⁵² cuenta con los siguientes pasos

- El proceso inicio con la cocción del arroz (1lb) en agua libre de cloro, se buscó que la cocción no sea completa para obtener un arroz semi blando; posteriormente, se colocó el arroz en los vasos plásticos y se cubrió con la polisombra, asegurándola con bandas de caucho.
- Los vasos fueron situados cerca de las raíces de árboles y en zonas en donde la actividad de microorganismos sea evidenciable (figura 3), algunos vasos se dejan boca abajo y otros enterrados y cubiertos con hojarasca del bosque.
- Se dejaron los vasos 7 días en el bosque, sin intervenirlos, al transcurrir este tiempo se recolectaron (figura 4), para posteriormente ser licuados en un litro de agua, estos fueron incorporados en una caneca en la cual se diluyo previamente 4 Kg de melaza en 1 litro de agua y se completó con agua hasta los 20 litros. (caneca A)

⁵² ACEVEDO, Diana, *et al.* Captura de microorganismos eficientes, centro agro-industrial SENA el Hachón. [videograbación]. Mayo, 2004. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4WajQuoHkP8>

- Esta mezcla se deja tapada herméticamente durante 7 días en un lugar q proteja de rayos solares y humedad excesiva, teniendo la prevención de destapar la caneca diariamente con el fin de evitar la acumulación de gases.
- En la caneca B se agregaron 5 Kg de melaza diluida, 200 gramos de levadura activada, 10 litros de la mezcla contenida en la caneca A y 500 mililitros de yogurt natural y se completa con agua hasta los 20 litros.
- Este material se dejó fermentando durante aproximadamente 9 días hasta que se obtuvo un producto de coloración marrón, olor avinagrado y con un pH de 3,5 (Figura 5).

5.1.5 Elaboración de los abonos. La elaboración de los diferentes abonos se realizó en tres etapas divididas de la siguiente manera:

- **EtapA A:** determinación de excretas producidas.
- **EtapA B:** preparación, pesaje y mezclado de materias primas por tratamiento.
- **EtapA C:** Manejo del Bocashi

Figura 3. Ubicación de trampas



Figura 4. Trampas con microorganismos eficientes autóctonos



Figura 5. Medición de pH en activación de E.M.A.



5.1.6 Etapa A, determinación de excretas producidas. En esta etapa fue necesario individualizar los animales en las diferentes etapas productivas: reproductoras, reproductores, levante, cría, ya que estas son las etapas que se maneja en el inventario la Granja experimental Botana.

- Se consideraron animales de levante aquellos con pesos comprendidos entre los 300 y 900 gramos. Se cuantificaron las excretas producidas por animales de 300g, 400g, 500g, 600g, 700g, 800g y 900g, un individuo por cada peso en su respectiva jaula de 1m² cada uno.
- Se estimaron las excretas producidas por tres machos reproductores 1000g, 1100g y 1320g de peso, evaluados en jaulas de 1m² cada uno.
- Reproductora y crías se evaluaron juntos, debido a que no se permitió la separación de estos, al igual que para machos reproductores se estimó la producción de excretas de 3 hembras con sus respectivas crías.

Los animales se dispusieron individualmente en jaulas de 1m², previo a la ubicación se realizó un proceso de aseo, posterior a la limpieza se ubicó los animales por un periodo de 24 horas. Pasado este tiempo se realizó la recolección del material excretado junto con el desperdicio de la alimentación que quedo en las bandejas de recolección de heces (Figura 6).

A continuación se procedió a separar la fracción excretada por los animales, de aquella fracción residual del desperdicio alimenticio (Figura 7), para ser pesada y obtener un valor calculable para producción neta de excretas.

Figura 6. Recolección desperdicio a 24 horas



Figura 7. Separación excretas de residuo alimenticio



Para el mes de octubre del 2016 la granja presentó en inventario un total de 1053 representados por 740 animales en levante, 36 machos reproductores, 248 hembras reproductoras (tabla 3) y 114 crías (tabla 4). Se estimó que con este inventario se producen diariamente 58,97 Kg de excretas dentro del programa cuyícola de la granja Botana.

Tabla 3. Producción excretas animales mayores de 15 días

Peso animal	Excretas diarias	Promedio	N° animales inventario	Excretas totales
Levante				
300 g	54 g			
400 g	36 g			
500 g	31 g			
600 g	52 g	43,14 g	740	31,92 Kg
700 g	56 g			
800 g	39 g			
900 g	34 g			
Reproductores				
1000 g	33 g			
1100 g	51 g	51,33 g	36	1,84 Kg
1320 g	70 g			
Reproductoras				
1026 g	94,83 g	93,95 g	248	23,27 Kg
945 g	93,16 g			

Tabla 4. Producción excretas animales menores de 15 días

Hembra y crías						
Peso total	Excretas diarias totales	Producción excretas/camada	Producción excretas/cría	Promedio	N° animales inventario	Excretas totales
1542 g	176 g	82,05 g	20,51 g			
1261 g	131 g	37,05 g	12,35 g	17,07 (g)	114	1,94
1376 g	149 g	55,05 g	18,35 g			

5.1.7 Etapa B, preparación, pesaje y mezclado de materias primas por tratamiento. Esta etapa inicio con la acumulación de las excretas generadas por los animales del programa cuyícola, durante dos días; posterior a esto se separó el material excretado de los desperdicios de la alimentación, esta separación se realizó hasta obtener los 51 Kg de excretas, requeridos por los tres tratamientos.

Una vez obtenidas las excretas se pesó cada uno de los materiales necesarios para la elaboración del Bocashi. Posteriormente se dispuso de los materiales en el suelo de mayor a menor tamaño de partícula, se mezcló hasta que todos los materiales se homogenizaron (Figura 8). Posterior a esto se adicionó el agua junto con la levadura para T1 y agua con microorganismos eficientes autóctonos más levadura

para T2 y T3, hasta obtener una humedad entre el 50 % y 60 % verificada con prueba de puño (Figura 9). Posterior a tener una mezcla homogénea y humedecida se apilaron en el área de compostaje, alcanzando una altura para T1 de 71 cm, T2 de 66 cm y T3 de 70 cm, y diámetros aproximados de 65 cm cada uno. Según lo recomendado por Restrepo y Hensel⁵³ quienes mencionan que, la pila tiene que estar en un rango de entre 0,5 m como y 1,4 m de alto y de hasta 2,5 m de ancho para obtener una buena aireación.

Figura 8. Mezcla de ingredientes



Figura 9. Comprobación de humedad en mezcla



5.1.8 Etapa C: Manejo del Bocashi. El manejo de los abonos orgánicos fermentados tipo Bocashi radica en realizar controles de las siguientes variables:

- **Temperatura:** se registró la temperatura interna de las tres pilas de los abonos por medio de un termómetro de mercurio, este registro se hizo diariamente desde el día cero (elaboración de abono), hasta la finalización del proceso día 23 (figura 10), se controló los excesos de temperatura realizando volteos de las pilas, en dos ocasiones durante los primeros 5 días.

⁵³ RESTREPO, Jairo y HENSEL, Julius. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. 1 ed. Cali. 2009. ISBN 978-958-

El abono se consideró terminado, una vez la temperatura interna del abono se estabilizó con la temperatura ambiental, posteriormente, se realizó una reducción de partícula, la cual consistió en moler el abono orgánico por acción mecánica, con la finalidad de facilitar el trabajo en laboratorio (Figura 11).

- pH: esta variable se tomó con un día de por medio, iniciando desde el día 0 hasta la finalización de la investigación (figura 10)

Figura 10. Controles de temperatura y pH



Figura 11. Molienda de los abonos



5.2 TRABAJO EN LABORATORIO

Una vez concluido el trabajo de campo, se procedió a llevar el abono fermentado tipo Bocashi, a los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño para determinar la composición química por medio de metodología NTC 5167. Posteriormente se aplicó la prueba de germinación, con el fin de determinar el porcentaje de fitotoxicidad en cada una de las muestras realizadas.

5.2.1 Análisis químico de abonos orgánicos. Las muestras de abono orgánico fueron analizadas bajo norma técnica colombiana NTC 5167 mediante la cual se

regula productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo, se analizaron doce parámetros bajo la metodología estandarizada en el laboratorio de bromatología de abonos orgánicos de la Universidad de Nariño (tabla 5).

5.2.2 Prueba de germinación. Para la prueba de germinación se empleó la metodología de Franco Zucchini, *et al* citado por Tortosa⁵⁴, quienes desarrollaron una técnica para evaluar las propiedades fitotóxicas de residuos orgánicos o compost inmaduros. Usando un extracto acuoso de los materiales orgánicos para evaluar la germinación y crecimiento de semillas. Comparando estos valores con los obtenidos para un control con agua destilada, se puede saber el % de germinación de las semillas y la elongación de las raíces, obteniendo por multiplicación el Índice de Germinación (IG). Valores superiores al 80% acreditan que el compost es un producto estable para su uso en agricultura.

Tabla 5 Parámetros a evaluar según NTC 5167.

Parámetro	Método	Técnica
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica
Carbono orgánico Oxidable	Walkley Black	Colorimétrica
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.
Fósforo	Oxidación húmeda , Colorimetría	Colorimétrica
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.
P2O5	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.

Fuente: norma técnica Colombiana (NTC) 5167

⁵⁴ TORTOSA, German (sin año). Índice de Germinación de Zucchini, la prueba más usada para saber la madurez de un compost. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2013/12/test-de-zucchini-o-indice-de-germinacion-de-un-compost-html/>

Según Soliva y López⁵⁵, las pruebas de germinación son las más utilizadas por su simplicidad, y además son relativamente fáciles de interpretar.

Los tres abonos realizados fueron sometidos a este análisis, además se evaluó un tratamiento de excretas frescas (T4) y un tratamiento testigo (T0), necesario para obtener los índices de germinación, teniendo en cuenta el siguiente orden:

- El proceso inicio con la dilución de 15 gramos de cada muestra en 100 ml de agua destilada (Figura 12). Posterior a esto fueron llevadas a centrifuga a 3500 rpm, a temperatura ambiente por 5 minutos.
- Se dispuso de 4 cajas de Petri por tratamiento, con papel filtro en la base. Se adiciono 6 ml de la dilución de abono centrifugado de cada tratamiento.
- Se dispuso 20 semillas de avena (*Avena sativa*) por cada caja de Petri (Figura 13).
- Se montó un tratamiento testigo con cuatro repeticiones al cual se adiciono 6 ml de agua destilada, obteniendo un total de 20 cajas, las cuales fueron llevadas a incubación a una temperatura de 25 °C durante 192 horas, obteniendo a las 48 horas el valor de germinación, se controló cada 24 horas la humedad de las cajas incubadas, hasta completar las 192 horas, momento en el cual se midió la elongación de raíz y del tallo.

Aquellas semillas que no germinaron fueron retiradas de incubación, teniéndose en cuenta que se considera germinación, cuando las raíces igualan o superaran una longitud de 5 mm.

Figura 12. Dilución de las muestras



⁵⁵ SOLIVA, Montserrat y LÓPEZ, Marga. Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso. Formación de técnicos para el tratamiento y gestión de lodos de depuradora. Escola superior d'Agricultura de Barcelona. UPC. 2004. 20 p. Disponible en: http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=c154b707-bb22-4c73-b97c-ab786842f130&groupId=10136

Figura 13. Germinación de semillas



5.2.3 Composición química de los abonos tipo Bocashi. En esta investigación se determinó los parámetros de Humedad, Carbono orgánico oxidable, Nitrógeno, relación Carbono/Nitrógeno total, Calcio, Fósforo, Magnesio, Azufre, Óxido de Calcio, Óxido de Fósforo, Óxido de Magnesio en cada uno de los tratamientos y análisis según los rangos permitidos por la norma técnica colombiana NTC 5167 del 2011 (Tabla 6).

5.2.4 Índice de germinación. Para el cálculo del índice de germinación se relacionó el porcentaje de germinación con la longitud de las raíces desarrolladas en un sustrato testigo y compost mediante la siguiente expresión:

$$IG = \%G \times \left(\frac{Lm}{Lc} \right)$$

Dónde:

IG = índice de germinación

%G = porcentaje de germinación

Lm = longitud de raíces en compost

Lc = longitud de raíces en testigo, sin compost.⁵⁶

5.2.5 Manual de procedimientos. Con la determinación del mejor tratamiento y acorde a las necesidades del programa cuyícola de la Granja Experimental Botana

⁵⁶ SANCHEZ GOMEZ, Tibayde M. Caracterización microbiológica del proceso de compostaje a partir de residuos azucareros microbial. *Agronomía Trop.* [online]. 2009, vol.59, n.3 [citado 2016-06-09], pp. 309-316. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000300007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0002-192X

se diseñó un manual de procedimientos para la elaboración de abono fermentado tipo Bocashi empleando como materia prima la cuyinaza, en el cual se redactara paso a paso como elaborar el abono tipo Bocashi, las materias primas que deben usarse y los factores que deben controlarse durante todo el proceso.

Tabla 6 Parámetros a caracterizar y garantizar según NTC 5167.

parámetro	parámetro a caracterizar	parámetro a garantizar
	Unidades	Material orgánico solido
Humedad	%	Máximo 30
Cenizas	%	Máximo 60
Perdidas por volatilización	%	N.A
Carbono orgánico oxidable	%	Mínimo 15
pH (pasta de saturación)	-	> 4 < 9
Densidad real (en base seca)	g/cm ³	Máximo 0,6
Conductividad eléctrica	-	N.A
Retención de humedad	dS/m	Mínimo 100
Capacidad de intercambio catiónico	(meq/100g)	Mínimo 30
C/N orgánico	-	N.A
Nitrógeno total Norg+NNH ₄ +NNH ₂ +NNO ₃	%	Si>1
Fósforo total P ₂ O ₅	%	Si>1

Fósforo asimilable P ₂ O ₅	%	N.A
Potasio total (K ₂ O)	%	Si>1
Potasio soluble en agua (K ₂ O)	%	N.A
Calcio total (CaO)	%	N.A
Magnesio total (MgO)	%	N.A
Azufre total (S)	%	N.A
Hierro total (Fe)	%	-
Manganeso total (Mn)	%	-
Cobre total (Cu)	%	-
Zinc total (Zn)	%	-
Boro total (B)	%	-

Fuente: Norma técnica colombiana 5167 (2011)

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 PRESENCIA DE PLAGAS

Si bien, no se planteó dentro de la metodología, fue necesario reportarlo debido a la elevada incidencia de larvas de mosca y escarabajos de cama observados en la cuyinaza acumulada, evidente en el momento de la separación de las excretas del material restante de la alimentación, debido a que la acumulación de este material trae consigo condiciones favorables para diferentes tipos de plagas. Se presentaron en mayor medida dentro de las excretas larvas de mosca común (*Musca domestica*) y escarabajos de la cama (*Alphitobius diaperinus*).

Las larvas de mosca común (Figura 14), en el estiércol fresco tienen una relación directa con la alta incidencia de moscas adultas en los programas pecuarios de la Granja Experimental Botana, las cuales a pesar de realizarse programas sanitarios de control de plagas no se han podido erradicar por completo.

La FAO, citada por Sierra y Perdomo⁵⁷ indica que la presencia, crecimiento y proliferación de las moscas domesticas en los sistemas productivos se debe principalmente al inadecuado manejo del estiércol en estos lugares. El estiércol se convierte en un hábitat ideal para las moscas, debido a que se constituye en el sustrato para su ovoposición y más adelante en el estado larvario como el alimento para poder desarrollarse completamente.

⁵⁷ SIERRA, Dalila y PERDOMO, Maritza. Evaluación participativa del uso de cocteles de microorganismos para el control de mosca doméstica en fincas pecuarias de la zona Atlántica de Costa Rica. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Agrónoma con el grado de Licenciatura. Guácimo, Costa Rica. Universidad Earth. 2003. 66 p. Disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/control_de_la_mosca_domestica.pdf

La presencia de moscas en el estiércol no es en si el problema, sino la distribución de agentes patógenos que las moscas adultas provocan en el ambiente. Las moscas son un amenazante vector de contaminación y transmisor de enfermedades. Al respecto Schlapbach afirma que “las moscas no picadoras no son vectores clave de ningún organismo concreto causante de enfermedades, pero debido a sus hábitos alimentarios y reproductivos, así como la estructura de sus patas y piezas bucales, pueden actuar como vectores mecánicos de un amplio abanico de patógenos, que van desde virus hasta helmintos”⁵⁸. Las enfermedades más importantes transmitidas por las moscas a las personas y los animales domésticos son enfermedades intestinales e infecciones oculares.

El mismo autor menciona además, que las moscas, especialmente cuando están presentes en números elevados, tienen un efecto perjudicial sobre el crecimiento y la producción de la mayoría de los animales de granja. Los animales infestados se agobian y reducen drásticamente el consumo de alimento provocando reducciones significativas en la producción de carne, leche y huevos que provocan pérdidas económicas importantes para el productor pecuario.

Las especies de moscas, su abundancia relativa y el éxito de las medidas de control dependen de las buenas prácticas ganaderas, en especial de las condiciones de alojamiento de los animales y de los métodos de gestión del estiércol, ante este último aspecto se recomienda la eliminación frecuente y bien hecha del estiércol, mantenerlo seco para reducir las posibilidades de hábitat para el desarrollo larvario de las moscas, compactar y cubrirse para afectar el potencial de cría de las moscas; sin embargo se debe tener en cuenta que esto es posible cuando las poblaciones de moscas aún son bajas.

Figura 14. Larvas de (*Musca domestica*) en excretas



⁵⁸ SCHLAPBACH, Felipe. El impacto económico. En: universo porcino. Disponible en: http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/control_de_moscas_en_porcinos.html

Durante el desarrollo del proyecto también fue evidente la presencia de escarabajos de la cama (*Alphitobius diaperinus*), (figura 15) sobre el abono orgánico, lo que está directamente relacionado con las condiciones favorables que éste genera para su alimentación y reproducción. Al respecto Cebollero, señala que “éste escarabajo tiene preferencia por zonas húmedas y con costras de cama, atracción por el calor y el amoniaco”⁵⁹

Alphitobius diaperinus es considerada una plaga que no afectan únicamente la producción cuyícola, sino también los bodegas de almacenamiento de alimento balanceado y las diferentes producciones pecuarias, principalmente la avícola.

Así lo menciona Santo⁶⁰, el *Alphitobius diaperinus*, es una de las plagas más importantes en granjas de ponedoras y pollos de engorde. Se trata de un coleóptero de la familia de los tenebriónidos y tanto los adultos como sus larvas se hallan en el estiércol de las granjas avícolas, donde pueden alcanzar enormes poblaciones.

Cecco, *et al.*⁶¹ Clasifican la acción nociva de *Alphitobius diaperinus* en cuatro: acción sobre las instalaciones, efecto traumático sobre las aves, como vector de agentes patógenos y efecto sobre el personal de la granja de la siguiente manera:

- Las larvas buscan sitios para empupar perforando los materiales de aislamiento.
- Ejercen acción mecánica sobre las aves por efecto directo sobre éstas provocando lesiones y estrés por irritación.
- Como vector de agentes patógenos este insecto es transmisor de diversos virus (Marek, Gumboro, Newcastle y Leucosis); bacterias (salmonelas, campilobacter) y parásitos.
- Se han detectado en el personal de las granjas donde *Alphitobius* está presente problemas alérgicos, con incremento en los valores sanguíneos de la Inmunoglobulina E.

⁵⁹ CEBOLLERO, Javier. *Alphitobius diaperinus*, enemigo de las explotaciones avícolas. En: corporación alimentaria Guissona. Disponible en: https://www.cag.es/corporacio/pdf/infonutricio/alphitobius_diaperinus.pdf

⁶⁰ SANTO, Víctor. Control de *Alphitobius diaperinus* (col. tenebrionidae) en granjas avícolas. En: Publireportaje, selecciones avícolas. P.13 – 23. Disponible en: <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2011/8/6216-control-de-alphitobius-diaperinus-col.-tenebrionidae-en-granjas-avicolas.pdf>

⁶¹ CECCO, L; GONZÁLEZ, H; DELUCHI, P; barrios, H. y De Franceschi, M. Determinación de los estados de desarrollo de *Alphitobius diaperinus*. en granjas avícolas. En: revista Argentina de producción animal 25. 2005. P. 93 – 99. Disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/viewFile/4349/4019>

Además Juárez⁶² menciona que el escarabajo también es un reconocido agente responsable de estrés, bajos consumos de alimento, baja conversión alimenticia y retrasos en el crecimiento y rendimiento de las aves.

Castellano⁶³, dada esta problemática, así como las actuales exigencias en torno a los niveles de bioseguridad que deben tener las granjas, en los últimos años cada vez se ha ido haciendo más hincapié en la lucha contra este molesto parásito mediante el uso de plaguicidas.

Figura 15. Presencia de escarabajos de cama (*Alphitobius diaperinus*)



6.2 TEMPERATURA DURANTE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOCASHI

La temperatura interna de los abonos, es uno de los factores más importantes sobre los cuales se debe tener un riguroso control, debido a que es el factor determinante que indica la maduración del producto final; esta temperatura puede llegar a alcanzar los 70 °C debido al incremento de la actividad microbiana. Alvear citado por Ortega afirma que “la temperatura está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes”⁶⁴.

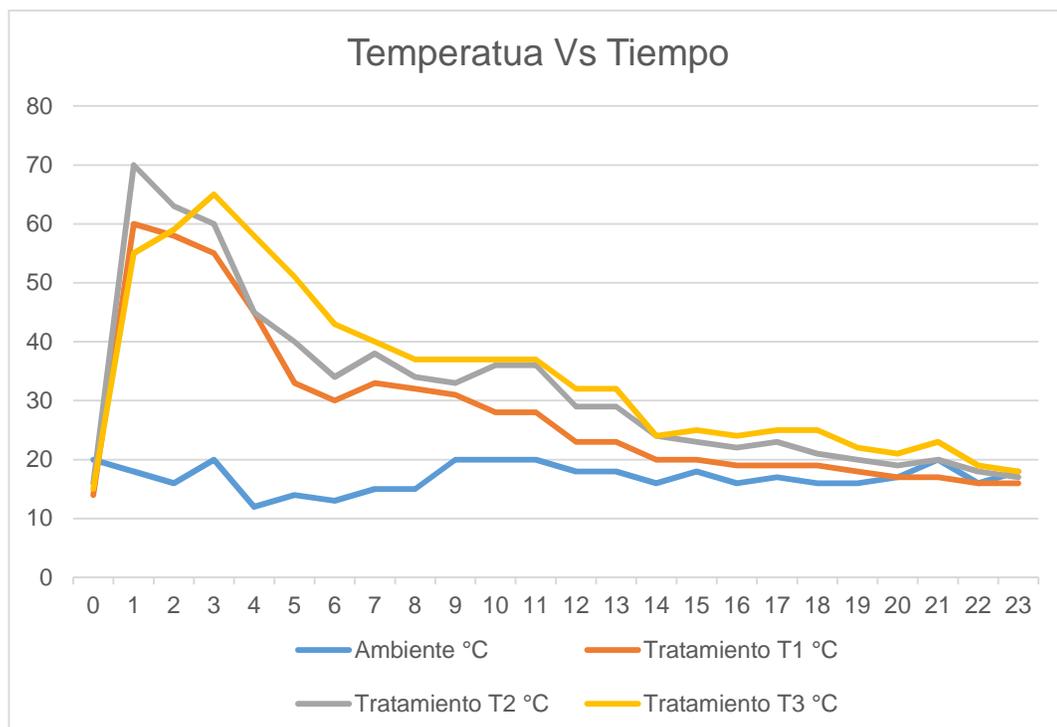
⁶² JUAREZ, Randy. Control del escarabajo del estiércol *Alphitobius diaperinus* con *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de licenciatura. Zamorano, Honduras. Zamorano Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. 2007. 11 p. disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/806/1/T2421.pdf>

⁶³ CASTELLANO, Jose. Un enemigo insidioso. El escarabajo de la yacija. En: selecciones avícolas. Junio, 2009, p 7 – 9. Disponible en: <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2009/6/4766-un-enemigo-insidioso-el-escarabajo-de-la-yacija.pdf>

⁶⁴ ORTEGA, Pedro. Producción de Bokashi sólido y líquido. Monografía previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 2012. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>

En la Figura 16 se muestra el comportamiento de la temperatura para los tres tratamientos. A las 16 horas de elaborado el abono se obtuvo las máximas temperaturas internas, para los tratamientos T2 y T1, representaron valores de 70°C y 60°C respectivamente, mientras que T3 alcanzó una temperatura de 55°C a las 16 horas, y una máxima temperatura de 65 °C, al tercer día de elaboración del abono. Ante este valor, Ortega sustenta que “después de 14 horas de haberse preparado el abono orgánico se debe presentar temperaturas superiores a 50°C”⁶⁵, lo que es una buena señal para continuar con las demás etapas del proceso. Por su parte Restrepo y Hensel mencionan que: “La primera etapa por la que pasa la fermentación del abono es la estabilización, en la que la temperatura puede llegar a alcanzar aproximadamente entre 70°C y 75°C”⁶⁶, datos que corroboran lo encontrado en esta investigación.

Figura 16. Relación temperatura vs tiempo



Cabe señalar que de acuerdo a la información bibliográfica la estabilización del Bocashi se da entre los 75°C y 50°C, por lo que para el proyecto este rango se obtiene para T1 y T2 en los 4 primeros días de fermentación del abono y para el T3 a los 5 días. Mosquera afirma que “la estabilidad de la temperatura se logra entre

⁶⁵ Ibid. P. 29

⁶⁶ RESTREPO y HENSEL. Op. Cit., p

el quinto y el octavo día⁶⁷, siendo el dato más bajo el que coincide con lo reportado para este proyecto, estando para este parámetro más eficiente en un día los tratamientos T1 y T2 donde se aplicó como inoculante microbiano tierra negra de bosque y una dilución de E.M.A al 10 % respectivamente.

Para la segunda fase de elaboración del Bocashi se encontró una tendencia similar en temperaturas para los tres tratamientos, quizás se deba a que dentro de los tratamientos evaluados no hubo variaciones marcadas en sus componentes o materias primas empleadas o por qué probablemente los inoculantes microbianos preparados contenían poblaciones microbianas en cantidades y características similares a la tierra negra de bosque, lo que es un indicador directo de que la obtención de microorganismos eficientes autóctonos se realizó bajo una metodología viable que puede replicarse para futuros procedimientos.

Para el tratamiento T1 el inicio de estabilización de temperatura se obtuvo al cuarto día con 45°C, al igual que para T2, llegando a su mínima temperatura a los días 20 y 21 respectivamente, mostrando un descenso paulatino entre dichos valores; del mismo modo T3 inicio la fase de estabilización al sexto día con 43°C, alcanzando su mínima temperatura sobre el día 23, de esta manera siendo el de mejor persistencia en la curva de temperatura con respecto a T1 y T2

Respecto a los valores de temperatura Restrepo y Hensel afirman que posterior a la estabilización la temperatura del abono empieza a bajar por agotamiento o disminución de la fuente energética⁶⁸. Stentiford citado por Gómez y Tobar complementa afirmando que “la temperatura es importante ya que su valor determina la velocidad a la que muchas de las reacciones biológicas tienen lugar y entre las cuales se destaca la capacidad de saneamiento del proceso”⁶⁹; desde este punto de vista Gómez y Tovar⁷⁰ presentan 3 intervalos que rigen el proceso:

1. Temperaturas por encima de 55°C para maximizar la esterilización.
2. Entre 45°C y 55°C para mejorar el tipo de degradación.
3. Entre 35°C y 40°C para aumentar la diversidad microbiana.

⁶⁷ Fondo para la protección del agua. Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana.: PUENTE, Nancy. 2010. Disponible en: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf

⁶⁸ RESTREPO y HENSEL. Op. Cit., p, 20.

⁶⁹ GOMEZ, Adriana y TOVAR, Ximena. Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L).trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Microbióloga Agrícola y Veterinaria Microbióloga Industrial. Bogotá Dc, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera de Microbióloga Agrícola y Veterinaria Microbióloga Industrial. 2008. 56 p.

⁷⁰ Ibid. P. 56

Sumado a lo anterior Fiad, citado por Naranjo considera que la temperatura influye en el incremento o disminución del proceso de descomposición de la materia orgánica, siendo muy importante tener en cuenta que a mayor temperatura mayor descomposición y mayor mineralización. Menciona que valores entre 35 a 55°C permiten eliminar patógenos, parásitos y semillas de mala hierbas.”⁷¹

Cabe resaltar que durante la primera fase de preparación del Bocashi se observó una elevada presencia de mosca común y escarabajo del estiércol (los primeros 4 días); plagas que desaparecieron por completo de la instalación después de que la temperatura empezara a descender. Según Elorrieta et al., citado por Gómez y Tobar afirma que “los agentes patógenos se ven inhibidos al alcanzar temperaturas de 50 °C, siempre y cuando se garantice un muy buen proceso de elaboración del Bocashi”⁷².

6.3 pH

Los valores recolectados de pH para cada tratamiento evaluado se presentan en la figura 17. Al existir una alta incidencia de actividad biológica en los abonos, el pH es una variable que presenta constantemente cambios, aunque se mantiene en un rango de entre 6 y 8 para cada tratamiento.

Ospina⁷³ afirma que el pH influye en el proceso de compostaje a causa de su acción sobre los microorganismos, este dependerá en su inicio del tipo de materiales a compostar, el cual a lo largo del proceso tiende a la alcalinización.

Al comparar los valores obtenidos para cada tratamiento se observa algunos datos que se encuentran por fuera del rango reportado por Ortega⁷⁴, quien menciona que el pH ideal para la elaboración del Bocashi se encuentra en un rango de entre 6 y 7,5, valores externos a este rango perjudican la actividad microbiológica. El pH para los tres tratamientos inicia levemente ácido y a medida que transcurre el proceso se va tornando alcalino. Para el tratamiento T1 en el cual se evaluó tierra negra de bosque como inoculante microbiano arranca con un pH de 6,6 y al momento de

⁷¹ NARANJO, Edgar. Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. Trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Ambato, Ecuador. Universidad técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. 2013. Disponible en: <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf>

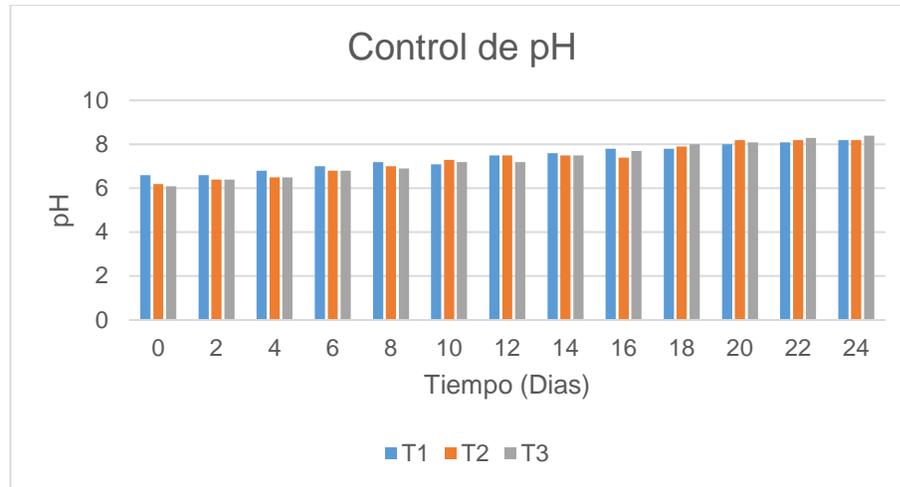
⁷² GÓMEZ y TOVAR. Op. Cit., p. 56

⁷³ OSPINA, Isabel. Influencia de la aplicación de compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en un Vertisol de Valle del Cauca. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ciencia Agrarias. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias Agropecuarias, 2016. 99 p. disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/54465/1/2016-Isabel_Cristina_Ospina.pdf

⁷⁴ ORTEGA. Op. Cit., p.30

finalización alcanza un valor de 8,1. Por su parte, T2 “E.M.A al 10 % inicia la fermentación con un pH de 6,2 y finaliza alcanzando un valor de 8,2. Mientras que para T3 “EMA al 20 %” inicia con un valor de pH de 6,1 y finaliza con 8,3.

Figura 17. Relación de pH vs tiempo



Ferrer, *et al*, citados por Hurtado afirma que:

El pH inicial de materiales digeribles, basuras, estiércol, varía generalmente de 5,5 a 7; éste empieza a incrementarse debido a la pérdida de ácidos orgánicos a través de la volatilización (altas temperaturas), a la descomposición microbiana y a la liberación de amoníaco a través de la mineralización del nitrógeno orgánico. Después, el pH se ajusta a un rango entre 7,5–8,5, y puede ser crítico si sobrepasa los niveles de 8,5 por la volatilización del amoníaco (NH₃), que genera pérdida de nitrógeno y malos olores⁷⁵.

GIEM citado por Hurtado afirma que “Se considera que un pH de 8,1 a 8,5 al final del proceso indica la estabilización del compost y por tanto un producto apto para el uso agrícola”⁷⁶. por su parte Parmar, *et al*, citados por Gómez y Tovar menciona que “valores de pH ligeramente alcalinos de entre 7 y 8 es óptimo para la inhibición de microorganismos patógenos como por ejemplo *E. coli*”⁷⁷.

6.4 TIEMPO DE MADURACIÓN DEL BOCASHI

⁷⁵ HURTADO. Op. Cit., p. 20.

⁷⁶ Ibid. P. 65

⁷⁷ GOMEZ y TOVAR. Op. Cit.,p. 55

Los abonos fermentados tipo Bocashi alcanzan su maduración una vez la temperatura interna del abono alcanza los valores de temperatura ambiental, de esta manera el primer abono en igualar temperaturas fue T1, seguido de T2 y T3, esta estabilización de temperatura se obtuvieron a los 20, 21 y 23 días respectivamente, teniendo en cuenta que el promedio de temperatura para la Granja Experimental Botana durante los días de elaboración de los abonos fue de 17°C; estos valores son superiores a los reportados por Restrepo y Hensel⁷⁸, quienes mencionan que aquellos productores experimentados obtienen el abono en diez días y los nuevos productores en aproximadamente 15 días; pero muy similares a los reportados por Garcia y Hernandez⁷⁹, quienes afirman que “la fabricación del abono orgánico tipo Bocashi de 12 a 24 días, mencionando además que generalmente en lugares fríos el proceso dura más tiempo que en lugares cálidos”; por consiguiente la información recolectada para esta variable está dentro de lo reportado.

Además cabe mencionar que APROLAB, citado por Hurtado, “afirma que La inoculación a la pila de compostaje con Microorganismos Eficaces (EM), tiene el objetivo de disminuir el tiempo de elaboración del abono orgánico, obtener un material microbiológico y nutricionalmente mejorado”⁸⁰, esto pudo haber influido en que el producto se haya obtenido en un tiempo corto.

6.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ABONOS TIPO BOCASHI

En la tabla 7 se presentan los análisis químicos realizados a los 3 tratamientos, además de mostrar el comparativo con los límites máximos y mínimos permitidos por la norma técnica colombiana NTC 5167 para algunos componentes.

6.5.1 Humedad y materia seca. Según la Norma Técnica Colombiana NTC 5167, la humedad de los abonos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores del suelo debe ser menor o igual al 30%, por lo cual los tres tratamientos evaluados cumplen con este requisito de la norma, siendo T2 el que más se acerca a este límite de humedad con 28,47% y T1 el que menor humedad presenta con un valor 23,84%.

Al comparar los valores obtenidos en el análisis químico con la temperatura y el tiempo del proceso de elaboración, se observa que T1 a pesar de tener el promedio más bajo de temperatura (30,55°C) y ser el primer tratamiento en finalizar el

⁷⁸ RESTREPO y HENSEL. Op. Cit., p 27.

⁷⁹ GARCIA, Moisés y HERNANDEZ, Guillermo. Diagnóstico integral sobre sistemas de producción de traspatio agropecuarios, para el mejoramiento de vida en las comunidades de las regiones costa grande y montaña del estado de Guerrero. Propuesta de tesis para obtener el título de licenciado en planificación para el desarrollo agropecuario. México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Aragón. Facultad de planificación para el desarrollo agropecuario, 2006. 221 p. disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/enero/403027257/403027257.pdf>

⁸⁰ HURTADO. Op. Cit., p. 35.

proceso (20 días), es el que menor humedad presenta, respecto a los demás tratamientos.

Tabla 7. Análisis químico de los abonos tipo Bocashi

Parámetro	T 1	T 2	T 3	NTC 5167
	%	%	%	%
Humedad	23,84	28,47	27,89	≤30
Materia seca	76,16	71,53	72,11	N/A
Carbono orgánico oxidable	9,06	9,78	9,3	≥ 15
Nitrógeno	0,81	0,84	0,72	≥ 1
Relación C/N	11,15	11,65	12,9	N/A
Calcio	0,63	0,8	0,83	N/A
Fósforo	0,31	0,31	0,29	N/A
Magnesio	0,3	0,31	0,3	N/A
Azufre	0,19	0,22	0,16	N/A
CaO	0,88	1,12	1,15	N/A
P ₂ O ₅	0,7	0,71	0,67	≥ 1
MgO	0,5	0,51	0,5	N/A

Medina, *et al* afirman que “el contenido óptimo de humedad en un material orgánico debe estar entre 30% y 35%; valores por debajo pueden afectar la actividad microbológica y, por tanto, la tasa de mineralización, y altos contenidos de humedad pueden favorecer las pérdidas de N por desnitrificación”⁸¹

6.5.2 Carbono orgánico oxidable (COO). Para este parámetro la Norma Técnica Colombiana NTC 5167 menciona que los abonos orgánicos deben contener un mínimo de 15 % de COO. El tratamiento que mayor presencia presentó fue T2 con 9,78 %, seguido de T3 con 9,3 % y por último T1 con un valor de 9,06 %. Estos valores son similares a los reportados por Boudet, *et al*,⁸² quien reporta un valor de 9,12 %, así mismo Villagomez⁸³, al estudiar la elaboración de Bocashi a partir de

⁸¹ MEDINA, Leonor, MONSLVE, Oscar y FORERO, Andrés. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. En: revista colombiana de ciencias hortícolas. 2010. Vol. 4, no. 1, p. 11-125. Disponible en:

<http://socolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol4/vol.4%20no.1/Vol.4.No.1.Art.10.pdf>

⁸² BOUDET AN TOMARCHI, A *et al*. Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. California Wonder. En: Centro agrícola. (Octubre – Diciembre, 2015). Vol. 42, Num 4, pp 5 – 9. ISSN on line: 2072-2001. Disponible en http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_4/cag01415.pdf

⁸³ VILLAGOMEZ, Diego. Elaboración de bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de la maná, provincia de Cotopaxi. Trabajo de grado presentado como requisito parcial

residuos del faenamiento de animales encontró valores de entre el 10,8 % y el 13,76 %, para la variable de COO. Todos estos estudios se encuentran por debajo de lo recomendado por la NTC 5167.

6.5.3 Nitrógeno. Al igual que los valores recolectados para COO, los valores para Nitrógeno se encuentran por debajo de lo requerido por la norma NTC 5167, la cual recomienda valores mayores o iguales a la unidad. Para los abonos evaluados, T3 presenta el menor valor para este parámetro con 0,72 %, seguido de T1 el cual reporta un valor de 0,81 %, T2 es el abono con mayor contenido de nitrógeno, alcanzando un valor de 0,84 %; estos valores son inferiores a los reportados por Villagomez⁸⁴ y Lara, *et al*⁸⁵, quienes reportan unos valores máximos de 2,05% y de 1,70 %. Por su parte Boudet⁸⁶, reporta un valor de 0,68%, valor inferior a los encontrados en esta investigación.

Estos valores bajos pueden estar relacionados con las pérdidas generadas durante el proceso de elaboración de los abonos, debido a que son muchos los factores que influyen en pérdidas de nitrógeno del abono; según Piedrahita y Caviedes⁸⁷, una inadecuada relación C/N, elevadas temperaturas, pH por fuera del rango entre 4,5 y 7,5, son factores que favorecen la desnitrificación de los abonos orgánicos. Soto citado por Acosta y Peralta señala que “uno de los casos donde se dan las mayores pérdidas por nitrógeno es cuando se composta excretas frescas, encontrando perdidas de nitrógeno de un 16% hasta un 78%”⁸⁸. Esta razón puede justificar los bajos niveles de N encontrados en esta investigación.

para optar el título de Ingeniero Ambiental grado académico de tercer Nivel. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería en Geología, minas, petróleo y ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental. 2014. 125 p. disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7707/1/T-UCE-0012-356.pdf>

⁸⁴ibid. P. 77.

⁸⁵ LARA, Iveth; ROMERO, Zulma y LORA SILVA, Rodrigo. Producción de abonos orgánicos con la utilización de elodea (*Egeria densa*) presente en la laguna de fúquene. *rev.udcaactual.divulg.cient.* [online]. 2009, vol.12, n.1 [citado 2017-02-08], pp.91-100. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262009000100010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0123-4226.

⁸⁶ BOUDET. Op. Cit., p. 6.

⁸⁷ PIEDRAHITA, Cristian y CAVIEDES, Diego. Elaboración de un abono tipo “Bocashi” a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria láctea (lacto suero). Proyecto de grado para optar al título De Ingeniero Agroindustrial. Santiago de Cali, Colombia. Universidad de San Buenaventura Cali. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2012. 93 p. disponible en: http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono_Bocashi_Lactea_Piedrahita_2012.pdf

⁸⁸ ACOSTA, Wilson, PERALTA, Milton. Elaboración de abonos orgánicos a partir del compostaje de residuos agrícolas en el municipio de Fusagasugá. Trabajo de grado Zootecnia. Fusagasugá, Colombia. Universidad de Cundinamarca. Facultad de ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. 2005. 116 p. disponible en: <http://dspace.unicundi.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1234/ELABORACION%20DE%20ABONOS%20ORGANICOS%20A%20PARTIR%20DEL%20COMPOSTAJE%20DE%20R.pdf?sequence=1>

6.5.4 Relación Carbono/Nitrógeno. Según Villagomez⁸⁹, la relación ideal de C/N se encuentra en un rango de entre 9 y 15, valores similares son los expuestos por Melendez y Leblanc, citados por Ramos, *et al*, “se plantea que una relación C/N adecuada para un Bocashi se encuentra en el rango de 11,00 -15,00”⁹⁰. El mismo autor manifiesta que “también es conocido que esta relación juega un papel fundamental en la mineralización de N de un abono, por tanto, es posible utilizar esta relación para predecir la capacidad de un abono para mineralizar N y por consiguiente estimar su calidad desde el punto de vista de proveer este nutriente al suelo.”⁹¹

De este modo se concluye que los abonos evaluados en esta investigación están todos dentro del rango ideal para este parámetro. Siendo T1 el de menor valor porcentual con 11,15, seguido de T2 con un valor de 11,65, siendo T3, el abono con el valor más elevado 12,9.

6.5.5 Fósforo total P₂O₅. Los valores evaluados son 0,67 %, 0,7 % y 0,71 %, para T3, T1 y T2 respectivamente, estando por debajo de la norma, la cual requiere valores mayores o iguales a la unidad. Se presenta una diferencia al comparar con los valores encontrados por Lara, *et al*, quienes reportaron valores máximos de 2,96 %, esta diferencia puede deberse al tipo de materiales utilizados en la elaboración de los abonos, ya que en su investigación utilizaron elodea (*Egeria densa*), en mezcla con gallinaza que son elevadas fuentes de fósforo.

6.5.6 Calcio y magnesio. Para el parámetro de calcio los análisis de laboratorio mostraron porcentajes de 0,63 para T1, 0,8 para T2 y 0,83 para T3, siendo más favorable la cantidad contenida para este último. Al analizar un abono elaborado a partir de estiércol y orina de bovinos, aserrín y E.M.A, Miranda y Valle⁹², encontraron para Ca una cantidad de 1,64 %. Presentándose así diferencias significativas al compararlo con los valores encontrados en esta investigación. Entre los tratamientos evaluados en esta investigación no se registraron grandes diferencias para magnesio, 0,31 % T1, 0,3 % T2 y 0,3 % T3. En un análisis realizado sobre un abono obtenido a partir de estiércol de cabra y de gallina Miranda y Valle⁹³ encontraron valores de 0,37% para Mg; por su parte Boudet, *et al*,⁹⁴ reporta un valor de 2.230,54 ppm, siendo menores a los encontrados en esta investigación. Díaz, *et*

⁸⁹ VILLAGOMEZ. Op. Cit., p. 78.

⁹⁰ RAMOS. Op. Cit., p

⁹¹ Ibid. P. 94

⁹² MIRANDA, Ariel y VALLE Gem. Evaluación de la calidad de los abonos organicos producidos en la universidad EARTH. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optarpor el título de Ingeniero Agronomo. Guacimo, Costa Rica. Universidad EARTH. 2005. 21 p. disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/abonos_organicos_EARTH.pdf

⁹³ Ibid, p 4.

⁹⁴ BOUDET. Op. Cit., p. 6.

a/, sugiere que “los alto niveles de Ca pueden contribuir con la reducción del Mg, en respuesta a la competencia entre estos dos cationes”⁹⁵. Según Bernier⁹⁶ una relación de Ca/Mg se encuentra alrededor de 5, debido a que un exceso de Ca puede inferir la absorción de Mg.

6.6 ÍNDICE DE GERMINACIÓN

En la tabla 8 se registran los valores obtenidos para la germinación de los tratamientos evaluados además se incluyó un tratamiento testigo “T0” y un tratamiento de excretas frescas “T4” denominados de la siguiente manera:

- T0 Testigo
- T1 Tierra negra de bosque (TNB)
- T2 Microorganismos eficientes autóctonos al 10 % (EMA 10%)
- T3 Microorganismos eficientes autóctonos al 20 % (EMA 20%)
- T4 Excretas frescas de cuy (ExF)

Tabla 8. Prueba de germinación para cada tratamiento

Repetición	Porcentaje de Germinación				Promedio
	1	2	3	4	
T0 testigo	60	45	70	65	60
T1 TNB	75	70	60	60	66,25
T2 EMA 10%	65	55	45	75	60
T3 EMA 20 %	65	50	75	60	62,50
T4 ExF	65	60	50	55	57,50

La tabla 8 indica que T1y T3 superaron la germinación de T0 en 6,25% y 2,5% respectivamente, lo cual puede indicar que los nutrientes que contienen estos tratamientos son benéficos para la germinación de las semillas. Al respecto Acosta y Peralta⁹⁷, respaldan esto, mencionando que el aporte adecuado de nutrientes y

⁹⁵ DIAZ, Carolina, SADEGHIAN, Siavosh, MORALES, Carmen. Cambios químicos ocasionados por encalamiento y uso de Lombrinaza en la etapa de almacigo del café. *En*: Revista Cenicafe. 2008. Vol. 59, no 4, p. 295 – 309. Disponible en: [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc059\(04\)295-309.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc059(04)295-309.pdf)

⁹⁶ BERNIER, Rene. Seminario taller para productores “técnicas de diagnóstico de fertilidad del suelo, fertilización de praderas, cultivos y mejoramiento de praderas”. Diagnóstico de la fertilidad del suelo. 4 ed. Remehue, Chile: (sin año).71 p. ISSN 0717-4810. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR25546.pdf>

⁹⁷ ACOSTA y PERALTA. Op. Cit., p. 104.

elementos químicos determina la respuesta positiva de las semillas en la germinación. T2 no tuvo diferencias con respecto a T0. Así mismo T4 tuvo una germinación menor con respecto a T0 en 2,5% del total de la germinación, por lo cual se puede indicar que las excretas frescas afectan negativamente la germinación.

Para Niño, “los ensayos de tipo biológico tienen como fin evaluar la madurez del compost. Estas pruebas se basan en el efecto negativo en el crecimiento que provoca la aplicación de compost “inmaduros” sobre la germinación de las semillas debido a la presencia de compuestos fitotóxicos en estos productos”⁹⁸.

Acosta, *et al* mencionan que “Bajo condiciones favorables, la germinación de las semillas es el primer paso en el desarrollo de una planta. Cualquier efecto adverso sobre la germinación, tendría un impacto directo sobre la sobrevivencia de ésta. En algunas semillas, la germinación puede ser totalmente inhibida, mientras que en otras puede ser solamente debilitada con lo cual éstas se hacen susceptibles al ataque de insectos, bacterias, hongos y virus”⁹⁹.

El índice de germinación es una prueba que permite conocer el porcentaje de fitotoxicidad o el grado de madurez de un abono, Zucconi citado por Varnero *et al* indica que “valores de IG > 80% indicarían que no hay sustancias fitotóxicas o están en muy baja concentración; si el IG < 50 % indicaría que hay una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas y si se obtiene un valor entre 50 % y 80 % se interpretaría como la presencia moderada de estas sustancias”¹⁰⁰. En la tabla 9 se indican los porcentajes de germinación, longitudes de raíz, longitud de tallo y el índice de germinación de cada tratamiento.

Tabla 9. Índice de germinación para cada tratamiento

⁹⁸ NIÑO, Ana. Compostación acelerada de la pollinaza mediante microorganismos aerobios para su utilización como abono orgánico. Proyecto de grado para optar al título de Bióloga. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología, 2005. 130 p. Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/115/2/118063.pdf>

⁹⁹ ACOSTA, Y; PAOLINI, J y BENITEZ, E. Índice de humificación y prueba de fitotoxicidad en residuos orgánicos de uso agrícola potencial. *Rev. Fac. Agron.* 2004, vol.21, n.4. ISSN 0378-7818. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182004000400008&lng=es&nrm=iso

¹⁰⁰ VARNERO M, María Teresa; ROJAS A, Claudia y ORELLANA R, Roberto. Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. En: R.C. Suelo Nutr. Veg. 2007. Vol. 7, no. 1, p. 28-37. ISSN 0718-2791. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v7n1/art03.pdf>

Tratamiento	% G	Longitud raíz	Longitud tallo	IG
0	60 %	5,792 cm	6,9 cm	-
1	66,25 %	7,334 cm	7,447 cm	83,89 %
2	60 %	7,829 cm	8,923 cm	81,11 %
3	62,50 %	7,381 cm	8,493 cm	79,65 %
4	57,50 %	6,556 cm	6,683 cm	65,09 %

Estos datos indican que T1 y T2, tuvieron valores superiores al 80% lo cual indica que el material no presenta fitotoxicidad, T3 y T4 con valores de 79,65 % y 65,09 % indican una fitotoxicidad moderada y alta respectivamente, lo cual puede afectar los cultivos en los cuales se utilice. Venero, *et al*, citados por Huerta, *et al*, mencionan que “los efectos fitotóxicos de un material orgánico inmaduro se deben a diversos factores, entre los cuales destacan los contenidos de amonio, de ácidos volátiles orgánicos, metales pesados y sales. Estas sustancias, en elevadas concentraciones, pueden inhibir la germinación de semillas o el crecimiento de raíces, por lo que es altamente riesgosa su utilización en cultivos”¹⁰¹. Acosta *et al* complementan mencionando que “los ácidos grasos de bajo peso molecular y ácidos grasos volátiles, tales como el ácido acético y varios compuestos fenólicos producidos durante la descomposición activa de los compuestos orgánicos, suprimen la germinación de las semillas, la proliferación de las raíces y el rendimiento de los cultivos”¹⁰².

7. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de la presente investigación, se puede concluir que:

¹⁰¹ Pérez Hidalgo, Luis Felipe, Aguirre Álvarez, Luciano, Cruz Hernández, Javier, Huerta Muñoz, Elena, Caballero Mata, Raymundo, Toxicidad de fertilizantes orgánicos estimada con bioensayo de germinación de lechuga. *Terra Latinoamericana* [en línea] 2015, 33 () : [Fecha de consulta: 8 de febrero de 2017] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57339210008>> ISSN 2395-8030

¹⁰² ACOSTA *et al*. Op. Cit., p.

- La acumulación de los desperdicios alimenticios y excretas generadas en el Programa cuyícola de Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, aunada a la no aplicación de una tecnología de compostaje están causando una incidencia negativa en los suelos y una grave proliferación de plagas como moscas y escarabajos de la cama.
- El abono fermentado tipo bocashi se constituye en una opción viable para tratar los residuos orgánicos de la producción cuyícola de la Granja Experimental Botana, con la ventaja de que se puede producir abono orgánico de buena calidad química en un periodo aproximado de 20 días.
- La aplicación de Microorganismos eficientes autóctonos, como inoculante microbiano resulta favorable para el proceso de fermentación, lo que permite la obtención de abonos orgánicos tipo bocashi sin necesidad de extraer del bosque el manto de tierra negra, convirtiéndolo en un proceso sostenible.
- El mayor porcentaje de germinación se obtuvo en el T1 con 66,25%, seguido de los T2, T3, T4 con 60%, 62,5% y 57,5%, lo cual indica que la aplicación de excretas frescas como aportante de nutrientes, ocasiona pérdidas económicas en semilla del 42,5 %.
- Tanto T1 como T2 no presentaron fitotoxicidad, debido a que presentaron un índice de germinación de 83,89% y 81,11% respectivamente, mientras que T3 presenta una fitotoxicidad moderada 79,65% y T4 presentan una fitotoxicidad alta con un IG de 65,09%.
- El tratamiento que presentó mejores características químicas fue el T2 (microorganismos eficientes autóctonos al 10% y levadura), seguido de T3 (microorganismos eficientes autóctonos al 20% y levadura), y por ultimo T1 (Tierra negra de bosque y levadura). Teniendo en cuenta tiempo de maduración del abono, composición química e índice de germinación se concluye que el tratamiento más adecuado para ser implementado en el programa cuyícola de la Granja Experimental Botana es el tratamiento dos (T2) inoculante microbiano: microorganismos eficientes autóctonos al 10%

8. RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes tipos de inoculantes microbianos y en diferentes dosis a las investigadas en este documento, con el fin de garantizar una fermentación más adecuada.

- Realizar un análisis microbiológico para conocer las bacterias incluidas durante este proceso y como estas afectan positiva o negativamente el producto final.
- Valorar los diferentes abonos obtenidos y su efecto sobre el rendimiento directo en pradera.

BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, Wilson, PERALTA, Milton. Elaboración de abonos orgánicos a partir del compostaje de residuos agrícolas en el municipio de Fusagasugá. Trabajo de grado Zootecnia. Fusagasugá, Colombia. Universidad de Cundinamarca. Facultad de ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. 2005. 116 p. disponible en: <http://dspace.unicundi.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1234/ELAB>

ORACI%C3%93N%20DE%20ABONOS%20ORG%C3%81NICOS%20A%20PARTIR%20DEL%20COMPOSTAJE%20DE%20R.pdf?sequence=1

ACOSTA, Y; PAOLINI, J y BENITEZ, E. Índice de humificación y prueba de fitotoxicidad en residuos orgánicos de uso agrícola potencial. *Rev. Fac. Agron.* [online]. 2004, vol.21, n.4 [citado 2017-02-08], pp. 185-194. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182004000400008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0378-7818

ACEVEDO, Diana, *et al.* Captura de microorganismos eficientes, centro agro-industrial SENA el Hachón. [videograbación]. Mayo, 2004. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=4WajQuoHkP8>

ARIAS, Carlos. Estudio de 2 grupos de Microorganismos como Agentes Aceleradores de Descomposición de los Desechos Sólidos Orgánicos Originados en los Comedores de ESPOL. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. 2007. 120 p. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4338/1/6858.pdf>

BALTODANO, Patricia. Determinación de la calidad microbiológica del abono orgánico bocashi durante el proceso de fabricación y almacenamiento. Trabajo de investigación como requisito para optar por el título de licenciada en microbiología y química clínica y grado profesional de doctora en microbiología y química clínica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Microbiología. 2002. 45 p. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1013/1/21346.pdf>

BOUDET AN TOMARCHI, A *et al.* Efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi en indicadores morfológicos y productivos del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. California Wonder. *En: Centro agrícola.* (Octubre – Diciembre, 2015). Vol. 42, Num 4, pp 5 – 9. ISSN on line: 2072-2001. Disponible en http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V42-Numero_4/cag01415.pdf

CARO LARA, Iveth; ROMERO OTALORA, Zulma y LORA SILVA, Rodrigo. Producción de abonos orgánicos con la utilización de elodea (*Egeria densa*) presente en la laguna de fúquene. *rev.udcaactual.divulg.cient.* [online]. 2009, vol.12, n.1 [citado 2017-02-08], pp.91-100. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262009000100010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0123-4226.

CAYCEDO, Alberto. Perspectivas para la sostenibilidad de sistemas agropecuarios basados en el cuy (*Cavia porcellus*) para las culturas de los Andes tropicales del sur. En: memorias del curso sobre sistemas agropecuarios sostenibles para las montañas tropicales. Cali, Colombia: CIPAV, 1995. P. 227.

CAYCEDO, Alberto, et al. Producción sostenible de cuyes. Alternativa económica para la conservación de cuencas hidrográficas en el Departamento de Nariño. 1 ed. Pasto, Nariño. 2011. p. 100. ISBN 978-958-8609-00-3.

CEBOLLERO, Javier. *Alphitobius diaperinus*, enemigo de las explotaciones avícolas. En: corporación alimentaria Guissona. Disponible en: https://www.cag.es/corporacio/pdf/infonutricio/alphitobius_diaperinus.pdf

CECCO, L; GONZÁLEZ, H; DELUCHI, P; barrios, H. y De Franceschi, M. Determinación de los estados de desarrollo de *Alphitobius diaperinus*. En granjas avícolas. En: revista Argentina de producción animal 25. 2005. P. 93 – 99. Disponible en: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/viewFile/4349/4019>

GOBERNACION DE NARIÑO. Ordenanza 020. (19, noviembre, 2010. Por medio de la cual se adopte como política publica el acuerdo de competitividad de la cadena productiva del cuy en el departamento de Nariño. Constanza de sanción. San Juan de Pasto., 2010. P. 1 – 126. Disponible en: <http://servicios.narino.gov.co/web/Normatividad/Normatividad/Ordenanzas/2010/ordenanza%2020-%2019-11-2010.pdf>

CORDOBA, Lidia. Evaluación del comportamiento de microorganismos eficientes autóctonos Ema y levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado presentado como requisito previo a la Obtención del Título de Ingeniero Bioquímico. Ambato, Ecuador: Universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencia e ingeniería en alimentos. Ingeniería bioquímica. 2015. 18 p. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/12942/1/BQ.%2070.pdf>

CHALACA, Hermes y ROSERO, Luis. Estado actual de la producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus*) en el municipio de Ipiales, Colombia y la zona de influencia fronteriza. Tesis de grado como requisito parcial para optar por el título de Zootecnista. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, programa de zootecnia. 2005. 26. P.

CHAUCA, Lilia. Introducción general. En: Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). La Molina Peru. FAO, 1997. ISBN 92-5-304033-5. P. 138. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s00.HTM>

CHIRINOS, et al. Crianza y comercialización de cuy para el mercado limeño. Universidad ESAN. Lima. Perú. 2008. 194 p. ISBN 978-9972-622-57-1. Disponible en:

[http://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue%20el%20libro%20completo%20\(PDF\).pdf](http://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue%20el%20libro%20completo%20(PDF).pdf)

DÍAZ, Carolina, SADEGHIAN, Siavosh, MORALES, Carmen. Cambios químicos ocasionados por encalamiento y uso de Lombrinaza en la etapa de almacigo del café. En: Revista Cenicafe. 2008. Vol. 59, no 4, p. 295 – 309. Disponible en: [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc059\(04\)295-309.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc059(04)295-309.pdf)

DÍAZ, D. Desarrollo de un inoculo con diferentes sustratos mediante fermentación sólida sumergida. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Volumen 12. Número 1. 2011. 10 p. ISSN 1695-7504 Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010111/011101.pdf>

El Tiempo. Holandeses asesoran a Pasto en la cría de cuyes. En: El Tiempo. 9, Febrero, 2015. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15222239>

FAO. Elaboración y uso del bocashi. Programa especial para la seguridad alimentaria. El Salvador. 2011. p. 5. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

GARCIA, Moises y HERNANDEZ, Guillermo. Diagnóstico integral sobre sistemas de producción de traspatio agropecuarios, para el mejoramiento de vida en las comunidades de las regiones costa grande y montaña del estado de Guerrero. Propuesta de tesis para obtener el título de licenciado en planificación para el desarrollo agropecuario. México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Aragón. Facultad de planificación para el desarrollo agropecuario, 2006. 221 p. disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/enero/403027257/403027257.pdf>

GOMEZ, Adriana y TOVAR, Ximena. Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L).trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Microbióloga Agrícola y Veterinaria Microbióloga Industrial. Bogotá Dc, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera de Microbióloga Agrícola y Veterinaria Microbióloga Industrial. 2008. 55 p.

HERRERO, María y GIL, Susana. Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. Ecología Austral. Asociación Argentina de Ecología.

Diciembre 2008. p. 276. Disponible en:
<http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v18n3/v18n3a03.pdf>

HURTADO, Jaime. Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Línea De Investigación: Biosistemas Integrados. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. Manizales, Colombia. 2014. 104 p. Disponible en:
<http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1901/Trabajo%20Grado%20Jaime%20Hurtado%20Villegas%20V%20Cohorte.pdf?sequence=1>

IDEAM. Adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. 2016.

JUAREZ, Randy. Control del escarabajo del estiércol *Alphitobius diaperinus* con *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado Académico de licenciatura. Zamorano, Honduras. Zamorano Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. 2007. 11 p. disponible en:
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/806/1/T2421.pdf>

MALLAMA, Ana y ORDOÑEZ, Leidy. Influencia del probiótico EM (Microorganismos eficientes) sobre los índices productivos y las características nutricionales del huevo de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Zootecnista. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2006. 130 p.

MARISCAL, Gerardo. Tratamiento excretas cerdos. Capítulo 7. Sitio argentino de Producción Animal. FAO. 2007. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/63-excretas_cerdos.pdf

MEDINA, Leonor, MONSALVE, Oscar y FORERO, Andrés. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. En: revista colombiana de ciencias hortícolas. 2010. Vol. 4, no. 1, p. 11-125. Disponible en:
<http://socolhort.com/revista/pdf/magazin/Vol4/vol.4%20no.1/Vol.4.No.1.Art.10.pdf>

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agricultura orgánica nacional. Bases Técnicas y situación actual. Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile. Disponible en:
http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE. Guía ambiental para el subsector porcícola. Asociación Colombiana de Porcicultores. Fondo Nacional de la Porcicultura. 2002.

Disponible en:
http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Gu%C3%ADa%20Ambiental%20para%20el%20subsector%20Porc%C3%ADcola.pdf

Ministerio del Trabajo, Republica de Colombia. (2011). Programa Nacional de Asistencia Técnica para el Fortalecimiento de las Políticas de Empleo, Emprendimiento y Generación de Ingresos en el ámbito Regional y Local. Diagnóstico San Juan de Pasto. Bogotá, DC.

MIRANDA, Ariel y VALLE Gem. Evaluación de la calidad de los abonos orgánicos producidos en la universidad EARTH. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Guácimo, Costa Rica. Universidad EARTH. 2005. 21 p. disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/abonos_organicos_EARTH.pdf

MONTENEGRO, Carlos. Evaluación de diferentes tipos de fertilización orgánica en pasto bestfor (*Lolium hybridum*) y valoración nutritiva en cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de levante. Trabajo de grado como requisito parcial para optar por el título de Zootecnista. San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2008. 43 p.

MORALES, Carmen y MORENO, Felipe. Producción de biogás con estiércol de cuy. En: Leisa. Junio, 2005. Vol. 21, 1, p. 23. Disponible en: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/statistics/volumen-21-numero-1>

MORENO, Jacquelin. Evaluación de bokashi y micorriza VAM en el desarrollo de plátano Curare Enano en vivero. Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras Abril, 2002. 64 p. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2191/1/T1417.pdf>

NARANJO, Edgar. Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. Trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Ambato, Ecuador. Universidad técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. 2013. Disponible en: <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf>

NIÑO, Ana. Compostacion acelerada de la pollinaza mediante microorganismos aerobios para su utilización como abono orgánico. Proyecto de grado para optar al título de Bióloga. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología, 2005. 130 p. Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/115/2/118063.pdf>

ORTEGA, Pedro. Producción de Bokashi sólido y líquido. Monografía previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 2012. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>

OSPINA, Isabel. Influencia de la aplicación de compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en un Vertisol de Valle del Cauca. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ciencia Agrarias. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias Agropecuarias, 2016. 99 p. disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/54465/1/2016-Isabel_Cristina_Ospina.pdf

PACHECO, Julia; CABRERA, Armando; STEINICH, Birgit; FRÍAS, Javier; CORONADO, Víctor y VÁZQUEZ, Juan. Efecto de la aplicación agrícola de la excreta porcina en la calidad del agua subterránea. Artículo de investigación. 2002. Disponible en: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/efecto.pdf>

PANTOJA, Ricardo. Evaluación de diferentes dosis de abonos orgánicos de origen animal en el comportamiento agronómico, del cultivo de brócoli en la zona de Huaca, Provincia del Carchi. Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. El Ángel, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2014. 85 p. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/691/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000122.pdf>

Pérez Hidalgo, Luis Felipe, Aguirre Álvarez, Luciano, Cruz Hernández, Javier, Huerta Muñoz, Elena, Caballero Mata, Raymundo, Toxicidad de fertilizantes orgánicos estimada con bioensayo de germinación de lechuga. Terra Latinoamericana [en línea] 2015, 33: [Fecha de consulta: 8 de febrero de 2017] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57339210008> ISSN 2395-8030

PIEDRAHITA, Cristian y CAVIEDES, Diego. Elaboración de un abono tipo “bocashi” a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria láctea (lacto suero). Proyecto de grado para optar al título De Ingeniero Agroindustrial. Santiago de Cali, Colombia. Universidad de San Buenaventura Cali. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2012. 93 p. disponible en: http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1114/1/Abono_Bocashi_Lactea_Piedrahita_2012.pdf

RAMOS AGUERO, David; TERRY ALFONSO, Elein; SOTO CARRENO, Francisco y CABRERA RODRIGUEZ, Juan A. Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *cultrop* [online]. 2014, vol.35, n.2 [citado 2017-02-08], pp. 90-97. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200012&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0258-5936.

RAMOS AGUERO, David y TERRY ALFONSO, Elein. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *cultrop* [online]. 2014, vol.35, n.4 [citado 2017-02-08], pp. 52-59. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0258-5936.

RESTREPO, Jairo y HENSEL, Julius. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. 1 ed. Cali. 2009. ISBN 978-958-

SANCHEZ GOMEZ, Tibayde M. Caracterización microbiológica del proceso de compostaje a partir de residuos azucareros microbial. *Agronomía Trop.* [online]. 2009, vol.59, n.3 [citado 2016-06-09], pp. 309-316. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000300007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0002-192X

SANTO, Victor. Control de *Alphitobius diaperinus* (col. tenebrionidae) en granjas avícolas. En: Publiirreportaje, selecciones avícolas. P.13 – 23. Disponible en: <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2011/8/6216-control-de-alphitobius-diaperinus-col.-tenebrionidae-en-granjas-avicolas.pdf>

SEVERIANO, Hugo. Efecto de cuatro tipos de abonos orgánicos sobre el rendimiento del forraje de *Leucaena leucocephala* cultivar cunningham, en la comunidad de Zungarococha, Distrito de San Juan Bautista – Loreto. Trabajo de grado para optar por el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Agronomía, 2014. 76 p. disponible en: http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3369/Hugo_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SIERRA, Dalila y PERDOMO, Maritza. Evaluación participativa del uso de cocteles de microorganismos para el control de mosca doméstica en fincas pecuarias de la zona Atlántica de Costa Rica. Trabajo de graduación presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Agrónoma con el grado de Licenciatura. Guácimo, Costa Rica. Universidad Earth. 2003. 66 p. Disponible en: http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/control_de_la_mosca_domestica.pdf

SOLIVA, Montserrat y LÓPEZ, Marga. Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso. Formación de técnicos para el tratamiento y gestión de lodos de depuradora. Escola superior d'Agricultura de Barcelona. UPC. 2004. 20 p. Disponible en: http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=c154b707-bb22-4c73-b97c-ab786842f130&groupId=10136

TARAPUES, Ana. Aprovechamiento los residuos sólidos de la cadena productiva del cuy mediante compostaje, para su uso como bioabono en cultivos de forraje alfalfa (*Medicago sativa*) en la zona alto Andina del Departamento de Nariño. Trabajo presentado como requisito parcial para optar por el título de Magister en desarrollo sostenible y medio ambiente. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables. San Juan de Pasto. 2016. 14. P. disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2826/Tarapues_Ana%20Carolina.%20Evaluador%201%20final%20corregido.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TERAN, Maritza. Efecto de la aplicación de cuatro dosis de curinaza y gallinaza en el cultivo de la acelga (*Beta Vulgaris*). Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Universidad técnica del norte, Facultad de ingeniería en ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador. 2009. 13. P. disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4801/1/03%20AGP%20090%20Trabajo%20grado.pdf>

TORTOSA, German (sin año). Índice de Germinación de Zucconi, la prueba más usada para saber la madurez de un compost. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2013/12/test-de-zucconi-o-indice-de-germinacion-de-un-compost-html/>

TRISTÁN-PATIÑO, Flor, GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, Cecilia, PEÑA-AVELINO, Luz Y., PINOS-RODRÍGUEZ, Juan M., RENDÓN-HUERTA, Juan A., GARCÍA-LÓPEZ, Juan C., impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de américa. Agrociencia [en línea] 2012, 46 (Mayo-Junio): [Fecha de consulta: 8 de junio de 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30223110004>> ISSN 1405-3195

VARNERO M, María Teresa; ROJAS A, Claudia y ORELLANA R, Roberto. Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. En: R.C. Suelo Nutr. Veg. 2007. Vol. 7, no. 1, p. 28-37. ISSN 0718-2791. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v7n1/art03.pdf>

VILLAGOMEZ, Diego. Elaboración de bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de la maná, provincia de Cotopaxi. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Ambiental grado académico de tercer Nivel. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería en Geología, minas, petróleos y ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental. 2014. 125 p. disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7707/1/T-UCE-0012-356.pdf>

ANEXOS

Anexo A Análisis químico T1

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS	Código: LBE-PRS-FR-76
		Página: 1 de 1
		Versión: 2
		Vigente a partir de: 2014-01-15

LABORATORIO		BROMATOLOGIA - ABONOS ORGANICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 089A-16		
Solicitante: Prof. Álvaro Burgos, Director Fondo de Granjas		Muestra: Abono fermentado tipo Bocashi T 1		Código muestra: 444		
Dirección: Universidad de Nariño, Tirobajo		Procedencia: Granja Experimental Botana, Vereda Botanilla, Corregimiento Catambuco, Municipio Pasto				
cc / nít.: 300 118.964-1		Responsable del Muestreo ^a		Juan Manuel Enriquez		
Teléfono: 301 426 2927		Fecha de Muestreo ^a		AA 16	MM 10	DD 28
e-mail: granjas@udenar.edu.co		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 16	MM 11	DD 18
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 16	MM 12	DD 19
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2015-11-18 a 2016-12-10				
ANÁLISIS SOLICITADO		Fisicoquímico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Bocashi T 1	NTC 5167	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	23,84	±30	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	76,16		
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g	9,06	±15	
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/100g	0,81	±1	
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	11,15		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,63		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,31		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,30		
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,19		
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,88		
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,70	±1	
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,60		
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Expresión de Resultados		Con base a muestra húmeda				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

Gloria Jauregui @Egrosas/Nariño

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Organicos

Elaboración de Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó:

OSEN

2016-12-19

FIN REPORTE DE RESULTADOS

Anexo B Análisis químico T2



Universidad de
Nariño

SECCIÓN DE LABORATORIOS
REPORTE DE RESULTADOS

Código: LBE-PRS-FR-76

Página: 1 de 1

Versión: 2

Vigente a partir de:
2014-01-15

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R- 089B-16		
Solicitante: Prof. Álvaro Burgos, Director Fondo de Granjas		Muestra Abono fermentado tipo Bocashi. T 2		Código muestra 445		
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo		Procedencia Granja Experimental Botana, Vereda Eotarilla, Corregimiento Catambuco, Municipio Pasto				
cc / nit: 800 118 954-1		Responsable del Muestreo ^a		Juan Manuel Enríquez		
Teléfono: 301 426 2927		Fecha de Muestreo ^a		AA 16	MM 10 DD 28	
e-mail granjas@udenar.edu.co		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA 16	MM 11 DD 18	
		Fecha de Emisión del Reporte		AA 16	MM 12 DD 19	
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2016-11-18 a 2016-12-10				
ANÁLISIS SOLICITADO		Fisicoquímico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Bocashi T 2	NTC 5167	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	28,47	± 30	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	71,53		
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g	9,78	± 15	
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/100g	0,94	± 1	
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	11,65		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,30		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,31		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,31		
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,22		
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	1,12		
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,71	± 1	
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,51		
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Expresión de Resultados		Con base a muestra húmeda				
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

Gloria Jovanna Espinoza Norriaza

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

Revisó:

GISEN

2016-12-19

FIN REPORTE DE RESULTADOS

Anexo C Análisis químico T3

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS		Página: 1 de 1
			Versión: 2
			Vigente a partir de: 2014-01-15

LABORATORIO		BROMATOLOGÍA - ABONOS ORGÁNICOS				
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No. LB-R-		089C-16
Solicitante: Prof. Álvaro Burgos, Director Fondo de Granjas		Muestra Abono fermentado tipo Eocashi. T 3		Código muestra		446
Dirección: Universidad de Nariño, Torobajo		Procedencia: Granja Experimental Botana, Vereda Botanilla, Corregimiento Catambuco, Municipio Pasto				
cc / nit: 800.118.954-1		Responsable del Muestreo ³		Juan Manuel Enriquez		
Teléfono: 301.426.2927		Fecha de Muestreo ²		AA	16	MM 10 DD 28
e-mail granjas@udenar.edu.co		Fecha Recepción Muestra en Laboratorio		AA	16	MM 11 DD 18
		Fecha de Emisión del Reporte		AA	16	MM 12 DD 19
FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO		2016-11-18 a 2016-12-10				
ANÁLISIS SOLICITADO		Fisicoquímico				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	Eocashi T 3	NTC 5167	
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	27,89	± 30	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	72,11		
Carbono orgánico Oxid	Walkley Black	Colorimétrica	g/100g	9,30	± 15	
Nitrógeno	Kjeldahl	Titulométrica	g/100g	0,72	± 1	
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	12,90		
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,33		
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,29		
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,30		
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Turbidimétrica	g/100g	0,16		
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	1,15		
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Colorimétrica	g/100g	0,57	± 1	
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotometría A.A.	g/100g	0,50		
OBSERVACIONES						
Nota a		Información suministrada por el usuario				
Expresión de Resultados		Con base a muestra húmeda				
RESULTADOS VALIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA						
UNA VEZ ENTREGADO ESTE INFORME DE RESULTADOS, EL LABORATORIO DEJA DE TENER CONTROL SOBRE SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL.						

Original firmado

Gloria Juana Espinosa Novales

Téc. Laboratorio Bromatología - Abonos Orgánicos

Elaboración del Reporte

Aprobación del Reporte

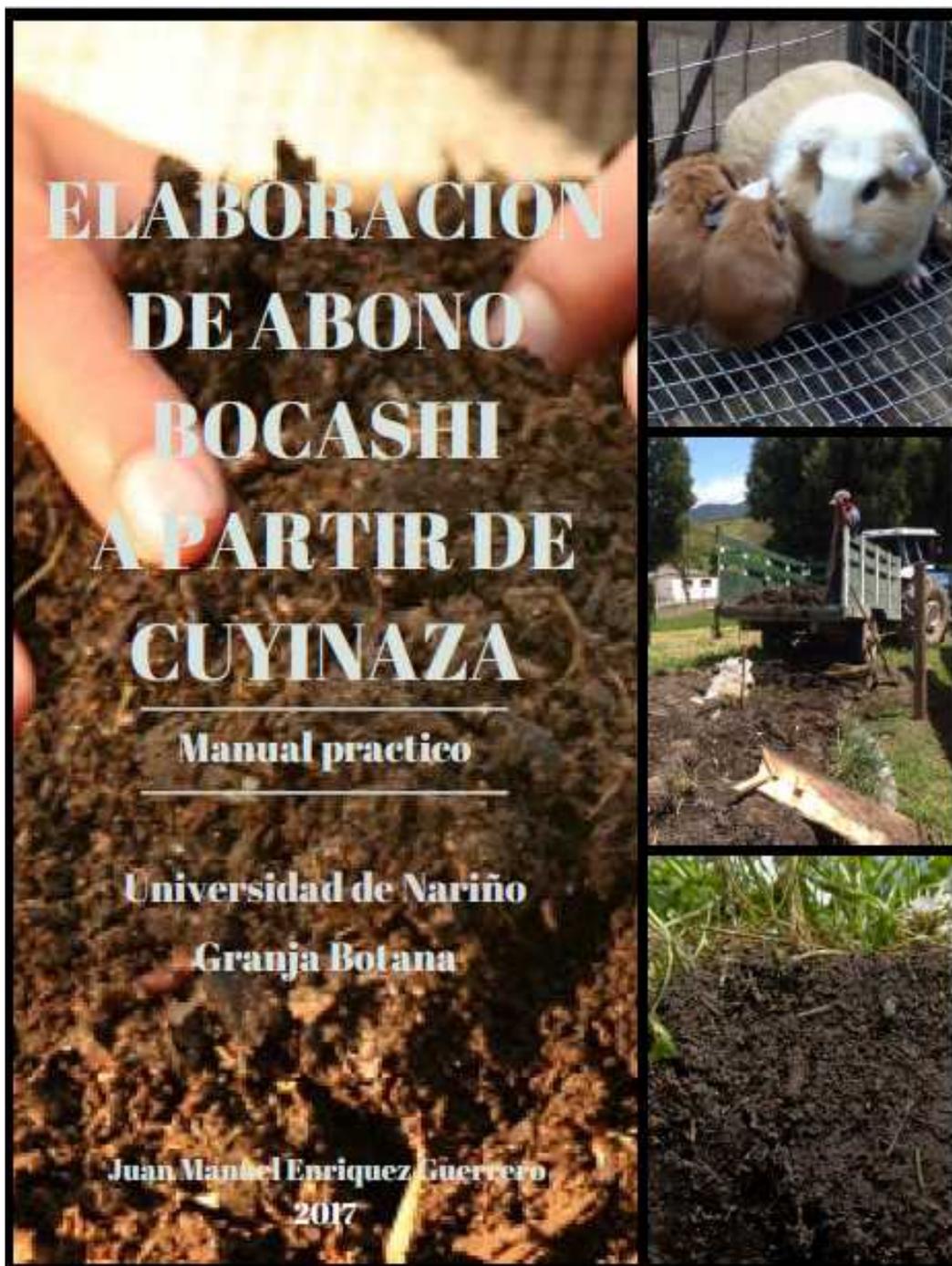
Revisó:

GSEN

2016-12-19

FIN REPORTE DE RESULTADOS

Anexo D Manual de procedimientos



INTRODUCCION

Los diferentes tipos de actividades comerciales agropecuarias buscan por sobre todo la maximización de sus producciones, sin tener en cuenta los distintos factores que la rodean y pueden afectar directa e indirectamente al sistema productivo. La

tendencia en los últimos años se inclina hacia una agricultura amigable con el medio ambiente, brindar un entorno en interacción recíproca y favorable entre las especies, además de garantizar un planeta habitable en el cual las futuras generaciones puedan gozar de una buena calidad de vida.

El generar conciencia en los productores y cambiar la mentalidad de producir sin causar daño al medio ambiente es quizá la tarea más tediosa, ya que el modelo de producción sin conservación se encuentra aferrado en la mentalidad de los trabajadores agropecuarios, sin embargo, se debe considerar que la creciente demanda de alimentos, se traduce en una generación de residuos y desperdicios de origen animal y vegetal, haciéndose necesario que los profesionales del sector generen y transmitan tecnologías viables que permitan transformar estos desperdicios en materiales o insumos con valor agregado y bajo el concepto de sostenibilidad.

A nivel mundial existen tecnologías capaces de generar productos acondicionadores de suelos a partir de todo tipo de residuos orgánicos, por lo que se hace necesario promover la fabricación, uso y aplicación de bioabonos bajo el contexto de la propia finca, con el fin de disminuir los daños futuros y tratar de remediar los daños ya causados por el uso excesivo de fertilizantes químicos.

Ante esta situación se plantea la tecnología de fabricación de abonos fermentados tipo bocashi para el tratamiento de residuos generados en las producciones cuyícolas del Departamento de Nariño, ya que se trata de un abono de fácil producción, que no requiere de grandes inversiones en materiales e infraestructura y además se realiza en poco tiempo; lo que convierte a esta tecnología en una alternativa que permite reducir el impacto ambiental que causa la mala disposición de las excretas de ésta especie animal; por consiguiente el objetivo de esta cartilla es proporcionar herramientas técnicas y prácticas para la correcta fabricación de abonos fermentado tipo bocashi a partir de excretas de cuy.

GENERALIDADES

La agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de agroquímicos. Resulta importante incrementar la eficiencia en la utilización de los fertilizantes para evitar la degradación ambiental. Para ello, es necesario implementar tecnologías que se puedan aplicar en el territorio, además deben ser

económicas y de fácil elaboración, por lo que el uso eficiente de materias primas de fácil acceso es un aspecto fundamental, debido al incremento en los costos de los fertilizantes y al impacto ambiental asociado con el uso inapropiado de los mismos.

Varios son los tipos de abonos existentes, algunos requieren inversiones más elevadas de mano de obra, infraestructura y materiales que otros; no obstante, todos van tras los mismos fines, en la tabla 1 se encuentra una discriminación de los diferentes tipos de abonos que se pueden obtener a partir de materia orgánica.

Tabla1. Tipos de abonos orgánicos

Fuente de nutrimentos	Grado de procesamiento	Sólidos	Líquidos
Materia orgánica	Sin procesar	Residuos de cosecha	Pulpa de café
		Residuos de poda	Desechos de origen animal
		Residuos de postcosecha	Residuales de industria Azucarera
		Estiércoles frescos	
		Residuos de mataderos	
		Abonos verdes y arropes	
	Procesados	Compost	Biofermentos
		Humus de lombriz	Te de compost
		Bocashi	Te de estiércol

RAMOS, David y TERRRY, Elein (2014)¹⁰³

Dentro de los abonos procesados sólidos se encuentra el Bocashi, que presenta algunas ventajas respecto a los otros de su mismo tipo, entre las cuales se mencionan:

- Fácil elaboración
- No requiere de grandes infraestructuras

¹⁰³ RAMOS AGUERO, David y TERRY ALFONSO, Elein. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. vol.35, n.4, pp. 52-59. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0258-5936.

- No genera gases tóxicos
- Un solo operario puede manipular grandes cantidades de abono
- Corto periodo de fermentación
- Aporta nutrientes al suelo periódicamente
- Se compone de materiales que se obtienen con facilidad¹⁰⁴

Por las ventajas expuestas anteriormente, esta tecnología se convierte en una opción viable para ser implementada en las producciones de cuyes del Departamento de Nariño.

En la cuyicultura al igual que en otras producciones del sector pecuario el estiércol se ha convertido en un grave problema a tratar, principalmente por la cantidad que se genera y por el desconocimiento de tecnologías apropiadas que permitan su utilización como abono orgánico. Lastimosamente éste desconocimiento ha conllevado a que estos residuos sean acumulados de manera indiscriminada en espacios abiertos, en áreas cercanas a la producción, favoreciendo la proliferación de plagas como moscas y roedores y sin considerar los riesgos de contaminación de agua, aire y suelo, además de los daños que se generan a la misma producción.

Lo anteriormente expuesto se convierte en el soporte para que a través de este manual se proponga una tecnología apropiada para aprovechar la cuyinasa como materia prima en la elaboración de abonos fermentados tipo bocashi, con el fin de dar aprovechamiento a las excretas de los planteles cuyícolas fundamentándose en lo que menciona el ministerio de ambiente: “las producciones pecuarias no producen residuos, sino subproductos (estiércol), los cuales al no ser reutilizados adecuadamente son calificados como excedentes y entonces pasan a convertirse en residuos, lo cuales dejan de generar un ingreso adicional por comercialización de abono orgánico y pasan a convertirse en un costo que debe soportar el productor pecuario para eliminarlos”. En la figura 1 se observa el ciclo de transformación de la cuyinaza en abono orgánico

Figura 1 Transformación y aprovechamiento de cuyinasa

¹⁰⁴ ORTEGA, Pedro. Producción de Bokashi sólido y líquido. Monografía previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 2012. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>



EQUIPOS Y MATERIALES REQUERIDOS

Compostera

Debe contar con un piso adecuado que permita drenar el exceso de agua producida, además de permitir el volteo de la pila, no requiere de techo en específico, pero si de una estructura que lo proteja de la lluvia, de los rayos directos del sol y de corrientes excesivas de aire (Figura 2), esto para que el abono mantenga la humedad, la temperatura y la oxigenación adecuada, durante todo el proceso de fermentación y que este no se vea alterado. En cuanto al espacio requerido se requiere de 1 a 1,3 m² por cada metro cubico de estiércol que se desee compostar¹⁰⁵.

La compostera puede ser tan sencilla o compleja como se desee, esta debe contar con las condiciones mencionadas anteriormente y además debe tener fácil acceso a una fuente de agua para la elaboración del abono.

Figura 2. Modelo de compostera para preparar abono orgánico tipo bocashi

¹⁰⁵ FAO. Elaboración y uso del bocashi. Programa especial para la seguridad alimentaria. El Salvador. 2011. p. 5. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>



Materiales y equipos

En la tabla 2 se indican los materiales y equipos requeridos para construcción de la compostera, elaboración del abono y elementos para monitoreo del compost

Tabla 2. Materiales y equipos

Local	Abono	Control
Azadón	Pala	Termómetro
Pala	Baldes	pHmetro
Carreta	Pesa	
Machete	Tamizador	
Martillo	Costales	
Metro		
Plástico		
Clavos		

Cada uno de estos equipos son necesarios para la adecuación de compostera, elaboración del abono y para controlar características durante el proceso de fermentación, a excepción del termómetro y pH, los cuales pueden obviarse del proceso, o cambiarlos por métodos o equipos diferentes. Por ejemplo introduciendo un machete al interior de la pila del compost y tocarlo, si el calor es soportable indica una temperatura de entre 35 y 45 grados, pero si se hace difícil mantenerlo en la mano significa que la temperatura se encuentra demasiado elevada. Del mismo modo si se carece de pHmetro se puede usar cinta para medir pH la cual es económica y fácil de manipular.

Muchas son las fórmulas que la literatura cita para realizar el abono fermentado tipo bocashi y todas son válidas, aunque hay que encaminar los esfuerzos y centrarse en las necesidades, además de que los insumos sean factibles de conseguir en el medio en el cual se pretende desarrollar el abono.

Nota: en cualquier fórmula que se pretenda aplicar siempre debe existir una fracción aportante de Carbono y una fracción aportante de Nitrógeno, este abono maneja una relación C:N de entre 1:25 y 1:35, para que se presente una fermentación adecuada; lo que significa que por 1 parte de carbono debe existir de 25 a 35 de nitrógeno en la mezcla.



Insumos básicos para elaboración del Bocashi

A continuación se presenta los insumos básicos para la preparación de abonos orgánicos fermentados tipo bocashi.

- Estiércoles
- Paja, cascarilla, rastrojo
- Tierra común
- Carbón
- Pulidura o salvado
- Cal o ceniza
- Melaza
- Levadura
- Tierra negra de floresta
- Microorganismos eficientes autóctonos (E.M.A)
- Agua

Cada elemento que compone el abono fermentado tipo bocashi, aporta tanto a la calidad de la fermentación como a la calidad del producto final, de la siguiente manera¹⁰⁶:

¹⁰⁶ RESTREPO, Jairo y HENSEL, Julius. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. 1 ed. Cali. 2009. ISBN 978-958-

- **Estiércol:** principal aportante de Nitrógeno, dependiendo de qué animal provenga, estará cargado de mayor o menor cantidad de nutrientes.
- **Paja, cascarilla o rastrojos:** este elemento es el aportante de Carbono, además mejora la aireación y favorece la absorción de la humedad.
- **Tierra común:** es la encargada de brindar una mezcla homogénea, distribuyendo así la humedad de la mezcla, además aumenta la superficie de contacto de los microorganismos involucrados en el proceso.
- **Carbón:** brinda un importante aportante mineral a la mezcla final, del mismo modo que ayuda a retener la humedad del proceso de fermentación
- **Pulidura o salvado:** favorece la actividad microbiana por sus compuestos nutricionales
- **Cal o ceniza:** su función principal es regular la acidez de la mezcla, con la finalidad de que esta no afecte a la población microbiana.
- **Melaza:** fuente energética, además, al igual que la pulidura o salvado, favorece la actividad microbiana
- **Levadura para pan, tierra negra de floresta o E.M.A:** este elemento es la principal fuente de inoculación microbiana para el abono fermentado.

Figura 3. Insumos requeridos para elaborar bocashi



Microorganismos eficientes autóctonos

Una alternativa para remplazar la levadura y la tierra negra de floresta, son los microorganismos eficientes, bien sea de casas comerciales “EM” o capturados en la propia finca “microorganismos eficientes autóctonos”, estos son una mezcla de microorganismos o poblaciones de microorganismos que se desarrollan en nuestro entorno bajo las características de la finca donde se los capture. A diferencia de los EM comerciales que son poblaciones de microorganismos que en muchas ocasiones se introducen en indiscriminadamente en un medio o hábitat diferente al original los microorganismos eficientes autóctonos de continúan desarrollando en su propio ambiente sin causar efectos negativos al ecosistema. En la tabla 3 se exponen los insumos y materiales requeridos para la obtención de microorganismos eficientes autóctonos.

Tabla 3. Insumos y materiales para la obtención de microorganismos eficientes autóctonos



Captura			
Materiales	Cantidad	Insumos	Cantidad
Vasos plásticos	24 unidades	Arroz	1 lb
Polisombra	2m ²	Agua	22 l
Bandas de caucho	24 unidades	Melaza	4 Kg
Activación			
Canecas con tapa	2 de 20 l	Melaza	5 Kg
pHmetro	1	Yogurt	250 ml
		Levadura	200 g
		Agua	12 l

En la figura 4 se ilustra el proceso de captura y activación de los microorganismos eficientes autóctonos, que serán usados en el proceso de fermentación del abono orgánico tipo Bocashi

Figura 4. Captura y activación de microorganismos eficientes autóctonos



Captura

1. Se cocina arroz durante 15 minutos.

2. Se dispone 2 cucharadas de arroz por cada vaso, se tapa con polisombra y se asegura con la banda de caucho.
3. Se distribuyen los vasos en un bosque primario, cerca de árboles y se cubren con hojarasca.
4. Al cabo de 7 días se recolectan los vasos para hacer observación del contenido
5. El arroz cargado de microorganismos se licua o tamiza junto con 1 litro de agua.
6. Se diluye 4 Kg de melaza en 1 litro de agua en una caneca de 20 litros “caneca A”, se agregan, los microorganismos eficientes capturados previamente y se completa con agua hasta los 20 litros.
7. Esta mezcla se deja tapada herméticamente durante 7 días en un lugar protegido de los rayos solares y la humedad excesiva, teniendo la precaución de destapar la caneca diariamente con el fin de evitar la acumulación de gases.

Activación:

1. Se toma una segunda caneca “B” y se adicionan 10 litros de la caneca “A” previamente agitada.
2. Se diluyen 5 Kg. de melaza en 1 litro de agua. En otro recipiente se disuelve y activa la levadura (200 g.) en 2 litros de agua y se agrega el yogurt natural.
3. Todo este material se agrega a la caneca “B” que contiene los 10 litros de mezcla y se completa con agua hasta alcanzar los 20 litros.
4. Este material se deja fermentando durante 7 días hasta que se obtenga un producto de coloración marrón, olor avinagrado y pH de 3.5.

Nota: el agua que se utilice, en el proceso de captura y activación de los microorganismos, debe ser agua libre de cloro, en lo posible agua lluvia o de lo contrario agua de acueducto reposada por 48 horas antes de ser usada.



Una vez expuestos todos los componentes que se requieren para la elaboración del abono fermentado tipo bocasahi se presentan 4 fórmulas recopiladas por Jairo Restrepo y Julius Hensel¹⁰⁷, llamado “Manual práctico de agricultura orgánica y

¹⁰⁷ Ibid. P. 20

panes de piedra”, adecuadas a las necesidades de la granja Botana. Presentadas en las tablas 4, 5 ,6 ,7

Tabla 4. Abono Bocashi básico

ingredientes para la preparación de una muestra del abono fermentado básico tipo Bocashi		
Cantidad	Unidad	Material
2	Quintal	tierra cernida
2	Quintal	Cascarilla de arroz o paja picada
2	Quintal	Cuyinaza o estiércol
1	Quintal	Carbón quebrado
10	libras	pulidura o salvado de arroz
10	libras	Cal o ceniza
10	libras	Tierra negra de bosque o E.M.A
1	Litro	Melaza
100	gramos	Levadura
		Agua

Tabla 5. Bocashi 1994

ingredientes para la preparación del abono fermentado (Panamá 1994)		
Cantidad	Unidad	Material
2	Quintal	tierra cernida
1	Quintal	Pulidura o salvado de arroz
1	Quintal	Carbon quebrado "pequeño"
1	Quintal	Cascarilla de arroz o café
1	libras	Cuyinaza o estiercol
10	libras	Cal o ceniza
1	Litro	Melaza o jugo de caña
100	gramos	Levadura
		Agua

Tabla 6. Abono para hortalizas y semilleros

Abono orgánico
Bocashi para hortalizas y semilleros

Cantidad	Unidad	Material
18	Costales	Cuyinaza o estiércol
14	Costales	Cascarilla de arroz
15	Costales	Tierra
2	Costales	Salvado o pulidura de arroz
4	Costales	Bocashi curtido
6	Costales	Carbón vegetal
10	Galones	Melaza de caña
35 - 40 %	-	E.M.A

Tabla 7. Formulación para 34 quintales de abono

Ingredientes para 34 quintales		
De abono orgánico fermentado		
Carro punta, Panamá 1995		
Cantidad	Unidad	Material
10	Quintales	Cuyinaza o estiércol
10	Quintales	Cascarilla de arroz o café
10	Quintales	Tierra cernida
3	Costales	Carbón vegetal
1	Costales	Pulidura o salvado de arroz
1	Galones	Melaza o miel de caña
1	Libra	Levadura
35 - 40 %		Agua o E.M.A

Notas:

1. Todo tipo de excretas es utilizable para esta prueba, siempre y cuando se respete la relación carbono/nitrógeno de la mezcla, las humedades y las cantidades por cada mezcla.
2. 1 quintal corresponde a 46 Kg. Dependiendo de la cantidad a compostar se realiza la respectiva conversión.



Dentro de las tablas 4, 5, 6, 7 se registran 4 fórmulas para elaborar abono tipo bocashi, existen grandes similitudes en cuanto a ingredientes y cantidades, a diferencia de la tabla 8 que reporta Bocashi curtido, este se refiere a un bocashi que ya ha pasado por las etapas de fermentación mesofila, termófila, de enfriamiento y maduración, sirve como inoculante microbiano, acompañado de una determinada cantidad de levadura.

Con la información anterior se determinó una mezcla específica para para producir una abono orgánico tipo bocashi a partir de excretas de cuy, la cual indica el porcentaje de cada insumo requerido en la mezcla y que permite determinar las cantidades de insumos según la cantidad de cuyinaza disponible para compostar.

Tabla 9. Insumos requeridos para compostar 100 Kg de cuyinaza

Insumos	Porcentaje en la mezcla	Cantidad de insumo
Estiércol	27,61	100
Paja picada	27,61	100
Tierra cernida	27,61	100
Cisco de carbón	13,88	50
Pulidura de arroz	1,47	5,35
Cal dolomita	1,47	5,35
Melaza	0,33	1,20
Levadura granulada	0,03	0,15

PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR BOCASHI A PARTIR DE EXCRETAS DE CUY

Una vez determinadas las cantidades de insumos se deben realizar los siguientes pasos:

1. Determinar la cantidad de excretas producidas:

Para determinar la cantidad de excretas que se producen en un tiempo determinado en una producción, es necesario realizar los siguientes pasos:

- A.** Separar una muestra de animales por etapa productiva del resto del grupo, como mínimo 3 animales por etapa productiva distribuidos en jaulas individuales: machos reproductores, hembras reproductoras, animales de levante, animales de engorde y crías. Cada animal se coloca en una jaula limpia y se deja por un periodo de 24 horas.
- B.** Pasado este tiempo se realiza la recolección del material excretado y desperdicio alimenticio, estas dos fracciones deben ser separadas y pesadas individualmente; posteriormente se obtiene el promedio de los tres animales por etapa productiva.

- C. Una vez obtenida la cantidad excretada esta debe ser multiplicada por el número de animales que se tengan por cada etapa de producción

Ejemplo: se conoce que las reproductoras producen en promedio 90 g de excretas en 24 horas y en la producción se tiene un inventario de 50 hembras reproductoras. Al multiplicar 90 g “excretas” x 50 hembras obtenemos un valor total de 4,5 Kg de excretas producidas por las hembras reproductoras.

2. Preparar, pesar y mezclar las materias primas:

Una vez conocida la cantidad de excretas que se obtienen en la producción se procede a pesar y mezclar todos los componentes que hacen parte del abono bocashi

- A. Las partes fundamentales del abono son las excretas, la paja picada y la tierra cernida, ya que estos ingredientes representan entre un 80 % y un 90 % del total de la mezcla.
- B. En la preparación de los ingredientes se tiene que el tamaño de partícula debe ser reducido a un tamaño de entre 2 y 5 mm¹⁰⁸, del mismo modo la melaza debe ser diluida con anterioridad para evitar compactaciones al momento de agregarla al resto de los materiales.
- C. El orden de agregado de las materias, es importante, para que no haya pérdidas de los materiales más volátiles, como son la cal y la levadura, del mismo modo es importante que todos los materiales a utilizar tengan un tamaño de partícula ideal, ya que muy pequeños facilitan la compactación ocasionando una fermentación anaeróbica y tamaño muy grande reduce la superficie de contacto de los microorganismos. En la Figura 5 se muestran los pasos que se debe seguir al agregar los materiales
- D. El factor liquido de la mezcla (E.M.A) debe agregarse una vez todos los ingredientes solidos se encuentren mezclados y hasta obtener un porcentaje de humedad de entre el 40 y el 50 %, humedad ideal para que haya una adecuada fermentación y no afectar la mezcla, esta será controlada por medio de prueba de puño, la cual indica que el nivel de humedad está en el rango adecuado, si al apretar una cantidad de mezcla en el puño no escurren gotas de agua y al abrir la mano se obtiene una mezcla homogénea, pero se desarma con relativa facilidad el contenido de humedad es el adecuado.

¹⁰⁸ Ibid. P. 21

Nota:

La prueba de puño hace referencia a una prueba de campo de fácil aplicación, que permite conocer el punto óptimo de humedad de la mezcla, el cual oscila entre un 40 y 50%. Una humedad fuera de este rango afecta el proceso de fermentación.

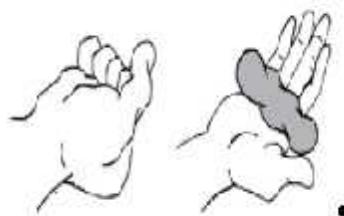
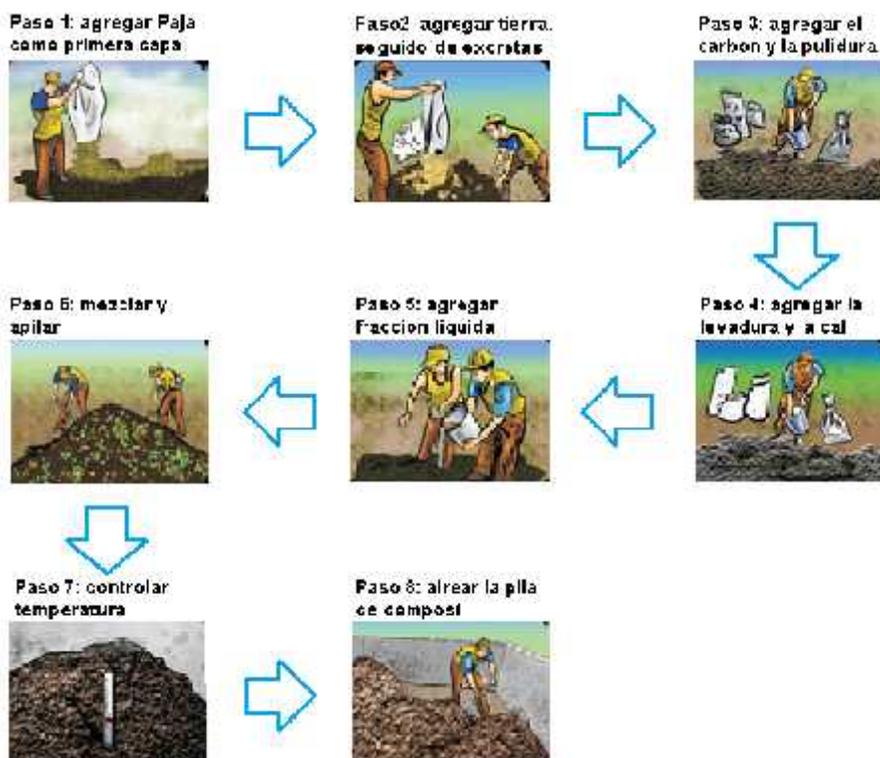


Figura 5. Pasos para elaboración de abono fermentado tipo bocashi



CIAT, Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura. 2014

- E. El apilamiento de este tipo de abono debe tener unas medidas específicas, tiene que estar en un rango de entre 0,5 m y 1,4 m de alto y de hasta 2,5 m de ancho para que tenga unas buenas condiciones de fermentación y una buena aireación.

Nota: es importante que el agua sea agregada solo al inicio del proceso, con el fin de no alterarla fermentación, temperaturas y actividad microbiana.



3. Realizar mediciones de parámetros de control:

Debido a que en el abono bocashi intervienen seres vivos como bacterias, hongos, levaduras entre otros, es necesario tener control sobre el abono. Dentro de los factores a controlar están la temperatura, el pH y factores ambientales.

A. Temperatura: esta tendrá variaciones conforme el proceso avance, puede superar los 70 °C en los primeros días de fermentación debido al aumento de la actividad microbiana. La temperatura debe ser controlada por medio de volteos y no permitir que la pila internamente sobrepase los 60 °C (figura. 7). Conforme avanza la fermentación la temperatura interna de la pila ira reduciendo hasta estabilizarse con la temperatura ambiental, lo cual indica que el proceso de fermentación ha culminado. Esta medida deberá realizarse diariamente.

Figura 7. Control de temperatura



B. pH: La elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre un 6 y un 7,5, (figura 8) ya que los valores extremos pueden llegar a inhibir la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales. Sin embargo, al inicio de la fermentación el pH es bajo, pero conforme el tiempo avanza gradualmente se corrige con la evolución de la fermentación o maduración del abono. Este parámetro debe ser controlado durante todo el proceso de fermentación, si se llega a obtener pH por encima de lo ideal este debe ser corregido con aplicación de cal.

Figura 8. Control de pH



C. Factores ambientales: estos deben ser controlados por medio de la construcción, no debe permitirse bajo ninguna condición que al abono le caiga agua, o que tenga corrientes excesivas de aire, ya que esto incide en la humedad de la pila, la cual debe ir disminuyendo de manera paulatina conforme el proceso avance.

BIBLIOGRAFIA

FAO. Elaboración y uso del bocashi. Programa especial para la seguridad alimentaria. El Salvador. 2011. p. 5. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

HURTADO, Jaime. Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Línea De Investigación: Biosistemas Integrados. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. Manizales, Colombia. 2014. 104 p. Disponible en: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1901/Trabajo%20Grado%20Jaime%20Hurtado%20Villegas%20V%20Cohorte.pdf?sequence=1>

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agricultura orgánica nacional. Bases Técnicas y situación actual. Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile. Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org._nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf

NARANJO, Edgar. Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. Trabajo de investigación estructurado de manera independiente como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Ambato, Ecuador. Universidad técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica. 2013. Disponible en: <http://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf>

ORTEGA, Pedro. Producción de Bokashi sólido y líquido. Monografía previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Ingeniería Agronómica. 2012. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>

RESTREPO, Jairo y HENSEL, Julius. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. 1 ed. Cali. 2009. ISBN 978-958-