

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERIA BIOQUÍMICA

Tema:

**“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS
DOMICILIARIOS EN LA OBTENCIÓN DE BOCASHI CON
LA APLICACIÓN DE CENIZA VOLCÁNICA Y LA
CONSTRUCCIÓN DE COMPOSTERAS DOMÉSTICAS”**

Trabajo de Investigación. Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), presentado como Requisito Previo a la Obtención del Título de Ingeniera Bioquímica otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Por: María Daniela Garcés Moncayo

Tutora: Ing. Mg. María Pacheco

AMBATO - ECUADOR

2014

APROBACIÓN DE LA TUTORA

Ing. Mg. María Teresa Pacheco

Siendo la Tutora del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN LA OBTENCIÓN DE BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE CENIZA VOLCÁNICA Y LA CONSTRUCCIÓN DE COMPOSTERAS DOMÉSTICAS”, por la egresada María Daniela Garcés Moncayo; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de un trabajo de investigación de Ingeniería en Alimentos; y la señorita egresada posee los méritos académicos suficientes para ser sometida a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, abril del 2014.

.....

Ing. Mg. María Teresa Pacheco

TUTORA

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación: “APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN LA OBTENCIÓN DE BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE CENIZA VOLCÁNICA Y LA CONSTRUCCIÓN DE COMPOSTERAS DOMÉSTICAS”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido y efectos académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Ambato, abril del 2014.

.....

María Daniela Garcés Moncayo

CI: 180357158-5

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERIA BIOQUÍMICA

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, abril del 2014.

Para constancia firman:

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y darme lo necesario para seguir adelante día a día y así lograr mis objetivos.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

A mis hermanas por su constante cooperación y a todos aquellos que me ayudaron directa o indirectamente en este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, porque en sus aulas, recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la carrera de Ingeniería Bioquímica

Especial agradecimiento a mi tutora del trabajo de investigación la Ing. María Teresa Pacheco ya que sus conocimientos y apoyo guiaron este trabajo.

A mis familiares y amigos incondicionales que con su apoyo moral me han incentivado a seguir adelante.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de Investigación	2
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.2.1 Contextualización	2
1.2.2 Análisis Crítico	4
1.3 Justificación	8
1.4 Objetivos	9
1.4.1 General	9
1.4.2 Específicos	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos.....	10
2.2 Fundamentación Filosófica.....	14
2.3 Fundamentación Legal.....	14
2.4 Categorías Fundamentales	16
2.4.1 Marco conceptual variable independiente	17
2.4.2 Marco conceptual variable dependiente	22
2.5 Hipótesis	26
2.5.1 Hipótesis nula.....	26
2.5.2 Hipótesis alternativa	26
2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis	26

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque	27
3.2 Modalidad básica de la investigación.....	27
3.3 Nivel o tipo de investigación	28
3.4 Población y muestra	28
3.5 Operacionalización de variables	33
3.6 Recolección de información	36
3.6.1 Construcción de composteras domésticas	36
3.6.2 Recolección de la materia prima	37
3.6.3 Elaboración de tratamientos en las composteras	37
3.6.4 Parámetros de control.....	37
3.6.5 Caracterización y aplicación del mejor tratamiento.....	39
3.6.6 Prueba de germinación.....	41
3.7 Procesamiento y análisis	42

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Control del pH en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.	43
4.2 Control de la temperatura en base al tiempo en días durante el proceso de descomposición del abono orgánico.	44
4.3 Control de humedad en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.	46
4.4 Control de materia orgánica en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.	47
4.5 Control de carbono en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.	48

4.6 Variación del porcentaje nitrógeno al inicio y final del proceso de descomposición del abono orgánico.....	50
4.7 Variación del porcentaje de relación C/N al inicio y final del proceso de descomposición del abono orgánico.	51
4.8 Contenido de materia orgánica.....	52
4.9 Contenido de carbono.....	53
4.10 Contenido de nitrógeno.....	54
4.11 Contenido de relación C/N	56
4.12 Prueba de germinación.....	57
4.13 Comparación de cantidad de materia orgánica, C, N y relación C/N del abono orgánico (bocashi) con el abono orgánicos compost comercial	58
4.14 Verificación de hipótesis	59

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	60
5.2 Recomendaciones	61

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos.....	62
6.2 Antecedentes de la propuesta	63
6.3 Justificación	65
6.4 Objetivos	66
6.4.1 Objetivo general.....	66
6.4.2 Objetivos específicos	66

6.5 Construcción de composteras domésticas y formulación del abono organico (bocashi).....	67
6.6 Análisis de factibilidad.....	69
6.7 Fundamentación	74
6.8 Metodología.....	75
6.9 Administración.....	76
6.10 Previsión de la evaluación.....	77
Bibliografía.....	78
Anexos.....	88

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N.1: Árbol de problemas.....	6
Gráfico N.2: Organización de variables.....	16
Gráfico N. 3. Modelo de compostera con aireación manual para obtener Bocashi empleando residuos domésticos.....	29
Gráfico N. 4. Modelo de compostera con aireación por tubos para obtener Bocashi empleando residuos domésticos.....	29
Gráfico N.5 Construcción de composteras domésticas.....	67
Gráfico N.6 Formulación del abono orgánico (bocashi).....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla N. 1 Tratamientos aplicados en la obtención de bocashi.....	32
Tabla N. 2 Variable Independiente: Dosificación y proceso de obtención.....	33
Tabla N. 3 Variable Dependiente: Calidad del bocashi.....	34

Tabla N.4 Curva de calibración.....	40
Tabla N. 5 Valores de germinación con rábano (%) promedio entre replicas.....	58
Tabla N. 6 Comparación de cantidad de nutrientes entre el abono orgánico bocashi y el abono orgánico compost.....	59
Tabla N.7 Análisis de precios unitarios para la construcción de composteras.....	69
Tabla N.8 Análisis de precios unitarios para la mezcla de los tratamientos.....	70
Tabla N.9 Análisis de precios unitarios para la activación de microorganismos eficientes	71
Tabla N.10 Análisis de precios unitarios para análisis físico-químicos.....	72
Tabla N.11 Análisis de precios unitarios para tarifa de equipos.....	72
Tabla N.12 Análisis de precios unitarios para costos de materiales.....	73
Tabla N.13 Análisis de precios unitarios para costos de mano de obra.....	73
Tabla N.14 Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios finales....	73
Tabla N.15 Comparación de costos del abono orgánico (bocashi) con abonos orgánicos comerciales.....	74
Tabla N.16 Modelo Operativo (Plan de acción).....	75
Tabla N.17 Administración de la Propuesta.....	76
Tabla N.18 Previsión de la Evaluación.....	77

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. RESPUESTAS EXPERIMENTALES

Tabla A-1: Valores de pH de los tratamientos de bocashi.....	88
Tabla A-2: Valores de pH promedios de los tratamientos de bocashi.....	89
Tabla A-3: Valores de temperatura (°C) de los tratamientos de bocashi.....	90
Tabla A-4: Valores de temperatura (°C) promedios de los tratamientos de bocashi....	91
Tabla A-5: Valores de Humedad (%) de los tratamientos de bocashi.....	93
Tabla A-6: Valores de Humedad (%) promedios de los tratamientos de bocashi.....	94
Tabla A-7: Valores de Materia Orgánica (%) de los tratamientos de bocashi.....	95
Tabla A-8: Valores de Materia Orgánica (%) promedios de los tratamientos de bocashi.....	96
Tabla A-9: Valores de Absorbancia de la curva de calibración de Carbono a 586 nm.....	97
Tabla A-10: Valores de Carbono (%) de los tratamientos de bocashi.....	98
Tabla A-11: Valores de Carbono (%) promedios de los tratamientos de bocashi.....	99
Tabla A-12: Valores de Nitrógeno (%) de los tratamientos de bocashi.....	100
Tabla A-13: Valores de Nitrógeno (%) promedios de los tratamientos de bocashi...	101
Tabla A-14: Valores de relación Carbono/Nitrógeno (%) de los tratamientos de bocashi.....	102
Tabla A-15: Valores de relación Carbono/Nitrógeno (%) promedios de los tratamientos de bocashi.....	103

Figura A-1: Evolución del pH en relación al tiempo en semanas.....	89
Figura A-2: Evolución de la temperatura en relación al tiempo en días.....	92
Figura A-3: Control de Humedad en relación al tiempo en semanas.....	94
Figura A-4: Evolución de materia orgánica en relación al tiempo en semanas.....	96
Figura A-5: Curva de calibración utilizando glucosa como estándar a 586 nm.....	97
Figura A-6: Evolución de Carbono en relación al tiempo en semanas.....	99
Figura A-7: Evolución de Nitrógeno al inicial y final del proceso.....	101
Figura A-8: Evolución de relación C/N al inicial y final del proceso.....	103

ANEXO B. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla B-1: Análisis de varianza del contenido de materia orgánica de los diferentes tratamientos.....	105
Tabla B-2: Separación de medias del % materia orgánica de la interacción correspondiente a dosificación x sistema de remoción.....	106
Tabla B-3: Análisis de varianza del contenido de carbono de los diferentes tratamientos.....	107
Tabla B-4: Separación de medias del % carbono de la interacción correspondiente a dosificación x sistema de remoción.....	108
Tabla B-5: Análisis de varianza del contenido de nitrógeno de los diferentes tratamientos.....	109
Tabla B-6: Separación de medias del % nitrógeno de la interacción correspondiente a dosificación x sistema de remoción.....	110
Tabla B-7: Análisis de varianza del contenido de nitrógeno de los diferentes tratamientos.....	111

Tabla B-8: Prueba de Tukey (HSD) para contenido de nitrógeno según la dosificación.....	112
Figura B-1: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.....	106
Figura B-2: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.....	108
Figura B-3: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.....	110
Figura B-4: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.....	112

ANEXO C. CÁLCULOS DEMOSTRATIVOS

Tabla C-1. Dosificación en kg de los tratamientos aplicados en la obtención de bocashi.....	117
--	-----

ANEXO D. DIAGRAMAS DE FLUJO

Anexo D-1. Diagrama de flujo para la obtención de abono orgánico bocashi.....	120
Anexo D-2. Balance de materiales del mejor tratamiento (40 % materia orgánica, 40 % ceniza volcánica, 20 % suelo) para la obtención de abono orgánico (bocashi).....	121
Anexo D-3. Balance de materiales para la obtención de abono orgánico (bocashi) en relación a 1 tonelada de residuos sólidos domiciliarios.....	122

ANEXO E. ANÁLISIS ECONOMICO

Tabla E-1. Análisis de precios unitarios para la construcción de composteras.....	124
Tabla E-2. Análisis de precios unitarios para la mezcla de los tratamientos.....	125
Tabla E-3. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de temperatura.....	126
Tabla E-4. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de pH.....	127
Tabla E-5. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de humedad.....	128
Tabla E-6. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de materia orgánica..	129
Tabla E-7. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de carbono.....	130
Tabla E-8. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de nitrógeno.....	131
Tabla E-9. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de relación C/N.....	132
Tabla E-10. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de activación de microorganismos eficientes.....	133
Tabla E-11. Análisis de precios unitarios para tarifa de equipos.....	134
Tabla E-12. Análisis de precios unitarios para costo de materiales.....	134
Tabla E-13. Análisis de precios unitarios para mano de obra.....	135
Tabla E-14. Análisis de precios unitarios para transporte de materiales.....	1.35
Tabla E-15. Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios finales.....	136

ANEXO F. FOTOGRAFIAS

ANEXO G. INFORMES DE LABCESTTA

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN LA OBTENCIÓN DE BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE CENIZA VOLCÁNICA Y LA CONSTRUCCIÓN DE COMPOSTERAS DOMÉSTICAS

Garcés María Daniela y Pacheco María Teresa
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
e-mail: gemedani@gmail.com
AMBATO –ECUADOR

RESUMEN

Se obtuvo abono orgánico (bocashi) a partir de residuos sólidos domiciliarios con la construcción de composteras domésticas. Aplicando un diseño factorial AxB y un ANOVA con un 95% de confianza, se pudo determinar que la dosificación y el sistema de remoción-ventilación influyen significativamente sobre la cantidad de materia orgánica, el contenido de C, N y la relación C/N.

El mejor tratamiento en cuanto al contenido de materia orgánica, contenido de C y N fue el a1b1 (70% residuos materia orgánica + 0% ceniza volcánica + 30% suelo, sistema de remoción manual) y para la relación C/N fue el tratamiento a3b1 (40% residuos materia orgánica + 40% ceniza volcánica + 20% suelo, sistema de remoción manual) permitiendo alcanzar un valor de 7.406.

El costo del abono orgánico (bocashi) obtenido con el tratamiento a3b1 fue 2.20 USD/Kg, este precio en relación a otros abonos orgánicos es relativamente alto pero se puede reducir si a nivel industrial se parte de 1 tonelada de materia orgánica, pudiendo llegar a ser 0.66 USD/kg.

Palabras clave: Abono orgánico, bocashi, ceniza volcánica, composteras domésticas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de Investigación

“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN LA OBTENCIÓN DE BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE CENIZA VOLCÁNICA Y LA CONSTRUCCIÓN DE COMPOSTERAS DOMÉSTICAS”

1.2 Planteamiento del Problema

Inapropiado manejo de residuos sólidos urbanos y desconocimiento de los beneficios de la ceniza volcánica.

1.2.1 Contextualización

1.2.1.1 Macro

Según el ISWA (Asociación Internacional de Residuos Sólidos) vivimos en un siglo caracterizado por el hiperconsumismo, el excesivo urbanismo y el hacinamiento poblacional. Con las dinámicas de crecimiento poblacional actual (del 2,5 % al 6 %) esta situación pueda ser revertida, previéndose que para el año 2050 2/3 partes de la población mundial habitará en ciudades. Basta como ejemplo que el crecimiento de la superficie ocupada en la ciudad de Bangkok pasó de 67 km² a 426 km² en los últimos 40 años y la tasa de generación de residuos prevista a nivel mundial será de un 44 % superior entre el 2005 y el 2025.

1.2.1.2 Meso

Según datos de la CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado) la generación anual de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos está relacionada con la cantidad de habitantes de cada ciudad, tal es el caso de Región Metropolitana de Buenos Aires, que componen la Ciudad Autónoma y tiene aproximadamente 10.000.000 de habitantes lo que genera aproximadamente 6.000.000 de toneladas de residuos sólidos urbanos.

Según la Organización Panamericana de la Salud OPS-OMS en América Latina cerca de 350 millones de habitantes residen en centros urbanos, con una generación de 275.000 toneladas de desechos por día, de los cuales se recolecta el 70 % y solamente un 35 % se dispone en rellenos sanitarios (OPS-OMS 2002).

1.2.1.3 Micro

Armas (2006) señala que la teoría tradicional de la producción establece como paradigma, la utilización de materias primas sumadas a un trabajo o proceso para la obtención de un producto; sin embargo, a la par de un producto también se obtiene un residuo. La no incorporación de este elemento en el modelo antes citado, muestra la despreocupación hacia los desechos generados por las actividades cotidianas de los seres humanos. El problema de desechos sólidos es real y tiene intrínseca dependencia con la calidad de residuos, los mismos que son una particularidad de la población a la que sirve, siendo influidos directamente por la calidad de vida, costumbres, actividades más representativas y otras identificaciones.

Ecuador es responsable de aproximadamente 7.400 toneladas de residuos sólidos urbanos por día, desgraciadamente las instituciones encargadas de los

servicios han demostrado precariedad tanto en calidad, como en eficiencia y cobertura, prueba de ello es que solamente el 49 % de la producción de desechos se recolecta de manera formal (OPS-OMS 2002).

Según Pérez (2010) la sostenibilidad de la agricultura tiene que fundamentarse en la obtención de producciones con el mínimo de agroquímicos y productos químicos, para favorecer el desarrollo de producciones cada vez más ecológicas y orgánicas. Para ello se requiere de la búsqueda de alternativas de fertilización orgánica para el crecimiento y desarrollo de los cultivos con rendimientos aceptables y de buena calidad, que además le brindan a los suelos nutrientes y favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo, por lo que la elaboración de abono orgánico como el bocashi es una buena alternativa para mejorar suelos agrícolas.

1.2.2 Análisis Crítico

El Relleno Sanitario Ambato (RSA) diariamente recibe un promedio de 235 toneladas de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que se generan en la ciudad con todas sus parroquias urbanas y rurales. Por esta razón el relleno sanitario de Ambato ya está concluyendo su vida útil y hay que buscar alternativas viables que permitan dar un uso adecuado a los residuos sólidos domiciliarios.

El medio ambiente se ha convertido en tema obligado durante este último tiempo. Diferentes países del mundo han comenzado a discutir y repensar la forma de crecer económicamente manteniendo y mejorando los estándares ambientales para poder así cambiar la relación producción-contaminación a una relación perfectamente sustentable.

La optimización en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios ha sido abordada en el ámbito nacional y regional a partir de diferentes políticas que

van desde estudios técnicos hasta campañas de educación. Sin embargo, estas políticas, en muchos casos, han resultado infructuosas, principalmente por la relación evidente entre la gestión de los residuos sólidos domiciliarios y aspectos como aumento de la población, la cultura del consumismo, altos costos para la recolección selectiva y la falta de conciencia ambiental en los ciudadanos. Este último aspecto tiene, entre una de sus causas, las restricciones que desmotivan e impiden a los ciudadanos poner en práctica o formar efectivamente una conducta orientada a la buena gestión de los residuos sólidos, especialmente la doméstica.

El abono orgánico tiene el potencial de promover el control biológico de enfermedades de plantas, pueden introducir agentes de biocontrol al suelo y proporcionar alimento para su establecimiento y actividad; pueden mejorar la condición de la raíz y aportar nutrientes a la planta, lo que favorece un crecimiento adecuado del cultivo que le permita tolerar las enfermedades o escapar de la infección.

1.2.2.1 Diagrama Causa – Efecto

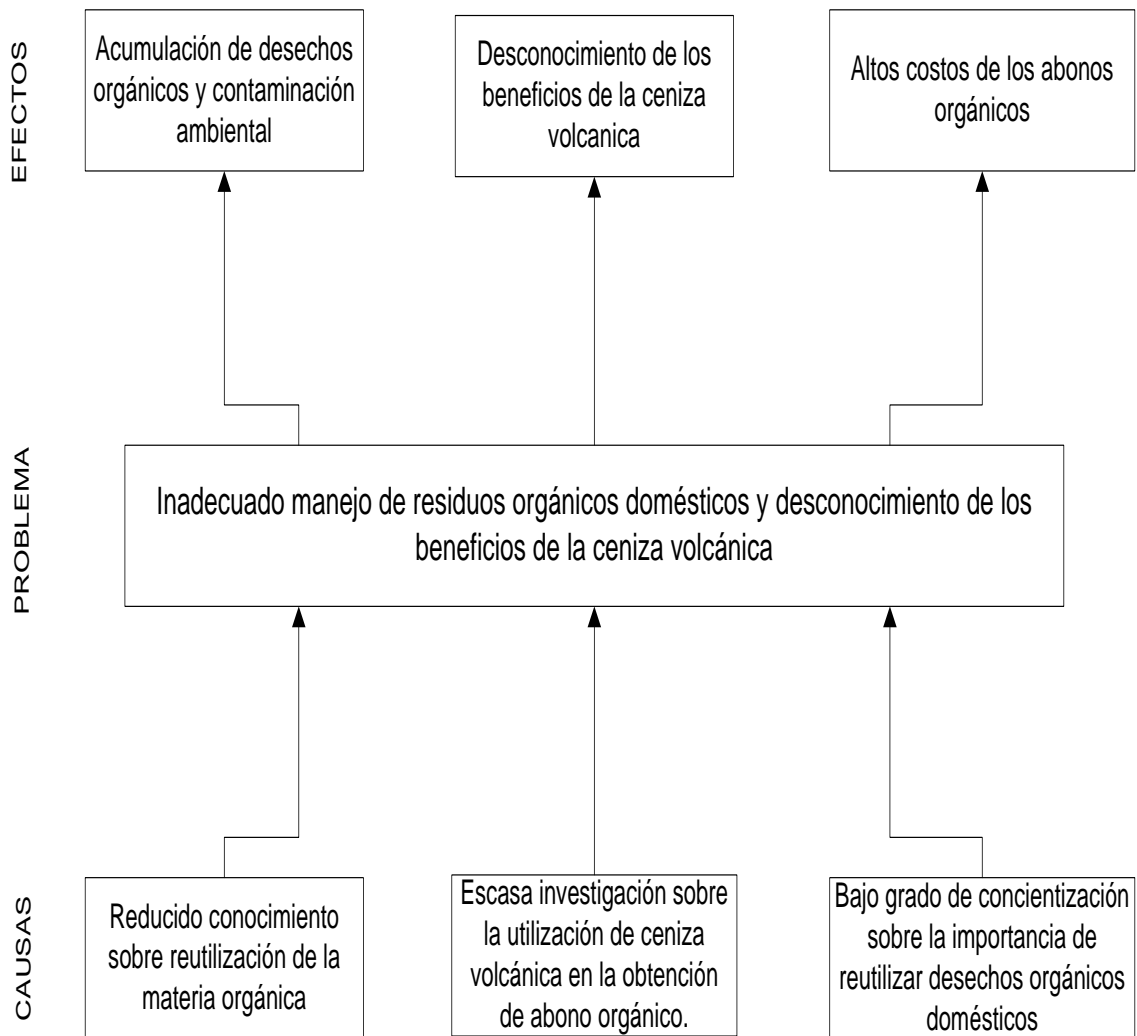


Gráfico N.1: Árbol de problemas

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

1.2.2.2 Prognosis

La contaminación de acuíferos, efectos negativos sobre la salud, presencia de roedores y otros animales carroñeros junto con la afectación de áreas sensibles, son entre otros los vectores resultantes de una mala disposición de los residuos sólidos, por lo que es necesario disminuir estos factores mediante la reutilización de los residuos sólidos urbanos.

Si no se realiza el presente trabajo de investigación no sería posible determinar la influencia de la ceniza volcánica en la elaboración de bocashi y por tanto no se podría dar un uso adecuado a la misma, tampoco se daría un tratamiento apropiado a los residuos domésticos ya que serían desechados a la basura sin poder ser reutilizados.

Por otro lado tampoco sería posible determinar la influencia de los microorganismos eficientes en la obtención de bocashi empleando ceniza volcánica.

1.2.2.3 Formulación del Problema

¿Es posible elaborar bocashi a partir de residuos orgánicos domésticos con la aplicación de ceniza volcánica?

1.2.2.4 Preguntas directrices

¿Cuál debería ser el diseño de una compostera doméstica para la elaboración de bocashi?

¿Cuál será el aporte de minerales de la ceniza volcánica en la elaboración de bocashi?

¿Cómo se podría llevar a cabo un manejo adecuado de residuos domiciliarios mediante la elaboración de bocashi de forma casera?

1.2.2.5 Delimitación

Campo: Biotecnológico

Área: Medio Ambiente

Sub área: Tratamiento Biológico de Residuos

Aspecto: Capacidad de aporte nutricional de ceniza volcánica en el bocashi

Geografía: Laboratorio de Biotecnología. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato.

Temporal: Febrero a Agosto 2013.

1.3 Justificación

La cantidad de residuos orgánicos que se producen por día es muy grande aproximadamente 7.400 toneladas de residuos sólidos urbanos, por lo que es importante darles un tratamiento adecuado y una reutilización mediante la elaboración de un abono orgánico (bocashi). La excesiva producción de cultivos como papa, cebolla, y fréjol ha eliminado entre el 50 y 75 % de materia orgánica del suelo, por lo que se requieren alternativas económicas que ayuden a mantener un buen nivel de materia orgánica.

Por ser Ambato un cantón que se encuentra en una zona de actividad volcánica constante, es fácil obtener ceniza volcánica. Su incorporación efectiva en el suelo puede contribuir a mejorar algunas de sus propiedades físicas, como la permeabilidad y la aireación, incrementando la porosidad y la retención del agua, con lo cual se favorecería el crecimiento de las plantas.

Para elaborar un abono orgánico es necesario realizar proyectos que permitan analizar aspectos fundamentales que ayuden a obtener una cantidad de materia orgánica y una relación C/N apropiada para el suelo que se quiere enriquecer, y evaluar la eficacia del proceso.

Con esta investigación se realizaron estudios físico-químicos que permitieron determinar la influencia de la ceniza volcánica en la elaboración del abono orgánico (bocashi), pudiendo así dar un uso adecuado tanto a los residuos domiciliarios como a la ceniza volcánica en la fertilización de suelos.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Desarrollar una metodología adecuada para el aprovechamiento de ceniza volcánica en la obtención de bocashi.

1.4.2 Específicos

- Diseñar un modelo de compostera para la elaboración de bocashi utilizando madera y considerando un diseño ergonómico.
- Evaluar la capacidad de aporte nutricional de la ceniza volcánica en la elaboración de bocashi mediante parámetros físico-químicos.
- Plantear un manejo adecuado de residuos domiciliarios mediante la elaboración de bocashi de forma casera.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Armas (2006) señala que la problemática de la gestión de residuos resulta un problema complejo en el cual se integran conceptos ambientales, económicos, institucionales, sociales y políticos. Los residuos sólidos urbanos se definen como el conjunto de componentes y/o etapas desde la generación de los residuos por parte de cada uno de los habitantes, su recolección (por contenedores, puerta a puerta), su transporte (para aquellas ciudades donde existen plantas de transferencia), los diferentes tratamientos (plantas de separación y acondicionamiento de reciclables) y la disposición final.

Según Rojas (2006) la necesidad de crecer como economía y de entrar al ritmo cada vez más agresivo que impuso la globalización, llevó a que muchos países dejaran en un segundo plano la preocupación por el medio ambiente. Pero gracias al desarrollo de las comunicaciones y la gran cantidad de personas que comenzaron a verse afectadas por la contaminación se generó un sentimiento de alerta que volcó la mirada de la opinión pública a lo que estaba pasando. Es así como en el año 1992 se realiza la histórica Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro donde se acuerda que “Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza”. Bajo este principio de convivencia y desarrollo entre los hombres y la naturaleza que nos rodea se agrupan muchas preocupaciones trascendentales con respecto a la contaminación, como por ejemplo la acumulación de residuos sólidos domiciliarios que no solo produce un impacto

sobre el paisaje sino que además provoca contaminación de suelo, agua y aire, lo que conlleva al brote de graves enfermedades, como la hepatitis y el tífus.

Tchobanoglous et al., (1994) señala que en el municipio de Garagoa, Boyacá, se encuentra ubicada una planta de tratamiento de residuos sólidos domiciliarios, La optimización de los procesos de compostaje con fines de certificación del producto final (compost), ha conducido a las plantas de tratamiento de residuos sólidos a desarrollar metodologías seguras y sencillas para alcanzar dicho fin. Es así como el uso de técnicas de laboratorio convencionales ha permitido caracterizar en el proceso de compostaje más de 70 especies de microorganismos, entre los que se destacan los grupos de actinomicetos termófilos, bacterias mesófilas y termófilas, hongos mesófilos y termófilos, que degradan compuestos como hemicelulosa, celulosa, proteínas y carbohidratos, materiales orgánicos encontrados en todo proceso de compostaje.

Según Atlas (2002), “la fabricación de abonos orgánicos a partir de basura orgánica parece ofrecer una alternativa atractiva a los vertederos para la descomposición de residuos sólidos domésticos y agrícolas. Comparado con otros métodos de eliminación alternativos, la fabricación de abonos orgánicos tiene ventajas ambientales considerables”. (p126)

Según Francisco 2010, el aumento en los niveles de vida de las personas es directamente proporcional al aumento de su generación de residuos. Aunque solo el 4 % es de altos ingresos, la mitad de la población corresponde a ingresos medios lo cual implica una mayor complejidad en la gestión de los residuos sólidos que en él se generan, con la agravante de que no dispone de área en su demarcación para la disposición final de los mismos. La población de bacterias constituye el grupo de organismos más pequeños y más numerosos, además de ser las primeras en comenzar la descomposición de la

materia orgánica. En general, la generación de residuos sólidos se ha convertido en un problema de gran dimensión debido a la disminución de áreas disponibles para la construcción de rellenos sanitarios, así como también por los controles exigidos por las autoridades de medio ambiente para procurar una protección cada vez mayor del agua, el aire y el suelo.

Bejarano, (2005) señalo que los hongos se encuentran en menor número en relación con las bacterias y los actinomicetos, pero con mayor masa. Los actinomicetos son especialmente importantes en la formación del humus, y funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas, debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocidas); éstos benefician el crecimiento y la actividad de algunos fijadores de nitrógeno como Azotobacter y de las micorrizas.

Según Pérez 2010, en Cuba a partir de la década de los noventa, se incrementó el empleo de residuos orgánicos para la producción agrícola y en la actualidad la tecnología de elaboración de abonos orgánicos se practica en mayor o menor medida en todo el país; no obstante, el volumen de producción es insuficiente por la poca utilización que se les da a los restos de cosecha otros productos orgánicos y a la demora en la obtención del compost. Por otra parte, los suelos van perdiendo cualidades productivas por las continuas cosechas y los niveles de extracción de nutrientes que realizan los cultivos, sin que se efectúen aplicaciones de elementos nutrimentales que repongan los mismos, provocando deterioro en la fertilidad de los suelos y en el equilibrio de éste con las plantas, todo lo cual evidencia la necesidad de buscar variantes de producción de compost de alta calidad y en tales cantidades que satisfagan las demandas en todas las regiones del país para los cultivos de mayor importancia económica.

Los abonos orgánicos mejor conocidos son el compost y el vermicompost. En el proceso de compostaje acontece la transformación microbiana de la materia

orgánica bajo condiciones controladas: en los primeros días ocurre un ligero incremento de la temperatura que va de 20 a 45°C, producto de la descomposición de azúcares (fase mesofílica), que puede alcanzar posteriormente temperaturas de 55 a 70 °C (fase termofílica) durante la degradación de la celulosa, en la que ocurre la disminución de la población microbiana. Una vez transcurrida ésta fase se da inicio al proceso de maduración del compost, donde al disminuir la temperatura, ocurre la recolonización por microorganismos que pueden ser antagónicos a organismos fitopatógenos (Bollen 1993, Paul y Clark 1996, Hoitink et al. 1997, Atlas y Bartha 2002, Scheuerell y Mahaffee 2005, Diánez et al. 2007). En esta fase, los remanentes orgánicos son degradados a una tasa más lenta (Lazcano et al. 2008).

La estabilidad y la madurez del compost han sido estudiadas como factores influyentes en la supresividad de enfermedades (Hoitink y Grebus 1994, Hoitink et al. 1997, Suarez-Estrella et al. 2007). La estabilidad está relacionada con el grado de descomposición de la materia orgánica y puede ser expresada como una función de la actividad microbiana en el compost, que se evalúa por pruebas respirométricas (Chen y Inbar 1993, Wu et al. 2000, Adani et al. 2006). La madurez se refiere al grado de descomposición de los compuestos fitotóxicos orgánicos producidos durante la fase de composteo y se evalúa a través de bio ensayos con plantas indicadoras (Wu et al. 2000, CCREF 2001, Gómez-Brandon et al. 2008).

Al revisar la literatura sobre investigación de abonos orgánicos realizados en el Ecuador, principalmente en las universidades, se observa gran cantidad de trabajos concernientes al tema.

Según Gómez (2013), desde el punto de vista de la investigación estrictamente hablando, se puede evidenciar que son pocos los que verdaderamente se han

ejecutado bajo un rigor científico, aunque algunos estudios que no tienen profundidad en la investigación si han tenido impacto en la práctica, al generar productos (abonos) que han dado buen resultado en el rendimiento de ciertos cultivos. La mayoría de estudios no consideran aspectos básicos y fundamentales como por ejemplo el análisis de la calidad del abono incluyendo análisis químico (relación C/N, contenido de materia orgánica, pH, etc), análisis físico, y el análisis biológico (ej: presencia de organismos benéficos como PGPR's). Algunos estudio de aplicación y efecto en el rendimiento de cultivos, no consideran la cantidad de aplicación en el suelo, sabiendo que la cantidad está en función del tipo del suelo, estado fenológico del cultivo, requerimientos del cultivo, época de aplicación, etc. Otros aspectos fundamentales a considerar son: a) el tipo y calidad de los sustratos a utilizarse, b) el porcentaje de germinación de semilla en el producto final (compost), ya que algunos compost afectan la germinación por la generación de inhibidores, y c) la inocuidad (ej. presencia de Salmonella y otros contaminantes peligrosos para la salud).

2.2 Fundamentación Filosófica

Este trabajo posee un enfoque crítico propositivo ya que parte de la investigación experimental y del análisis de información bibliográfica como herramientas metodológicas básicas; las mismas que permitirán obtener resultados cuya interpretación a su vez servirá para validar una hipótesis encaminada a la proposición de una alternativa de solución eficaz a un problema real del entorno.

2.3 Fundamentación Legal

Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS 2009) Libro VI Anexo 2 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS sección 4.3 Norma técnica de evaluación agrológica del suelo.

El artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador, (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*, y declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

El artículo 15 de la Constitución de la República del Ecuador, (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

El numeral 4 del artículo 276 de la Constitución de la República del Ecuador, (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Señala que el régimen de desarrollo tendrá como uno de sus objetivos el de recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

2.4 Categorías Fundamentales

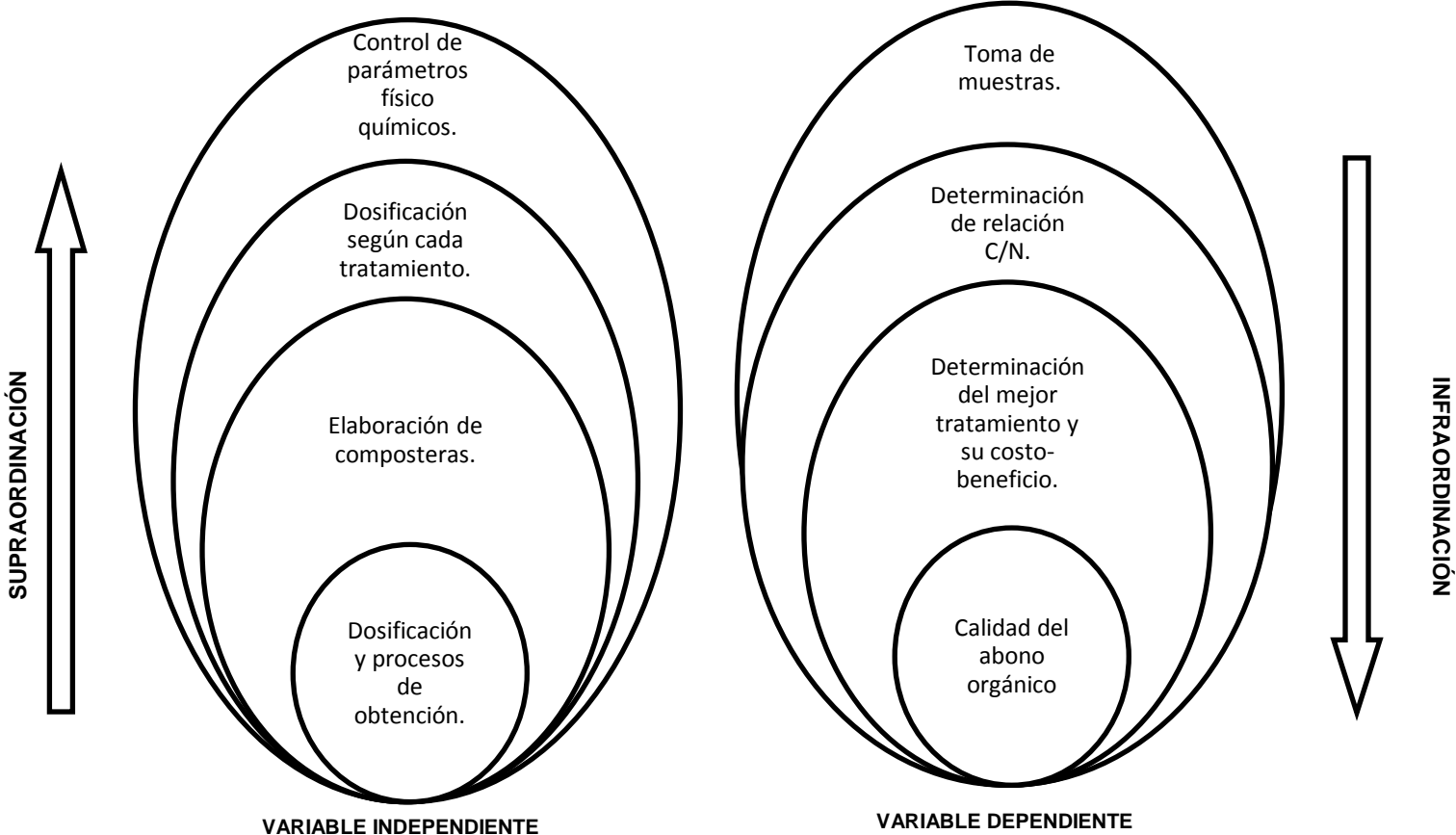


Gráfico N.2: Organización de variables

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

2.4.1 Marco conceptual variable independiente

Residuos Sólidos Domiciliarios

a) Generalidades

Según Escamirosa (1995) en la actualidad, el interés en las cuestiones relacionadas con la protección del ambiente ha tenido su origen en los problemas del deterioro de los recursos naturales, experimentados en los países económicamente desarrollados y que poseen una elevada capacidad de producción agrícola e industrial, además del crecimiento de la población. Estos problemas han causado daños y perturbaciones en el ambiente, y representan un grave peligro para la salud y bienestar público.

Escamirosa (1995) señaló que los países en vías de desarrollo no son indiferentes ante estos problemas. La concentración de las actividades económicas en las grandes ciudades, es un factor preponderante en la generación de riesgos potenciales al ambiente, que pueden originar trastornos de carácter orgánico, fisiológico o social. Las zonas urbanas presentan manifestaciones visibles de los problemas causados por una serie de agresores contaminantes de origen químico, físico y biológico, que generan residuos muy variados como gases, polvos y desperdicios de todo tipo, que alteran y modifican la composición natural de los cuerpos de agua, al aire y el suelo. La persistencia de usos y costumbres nocivas de los seres humanos, el abuso en la utilización de fertilizantes y plaguicidas, la falta de escrúpulos de industrias y de la sociedad al permitir que se arrojen residuos líquidos y sólidos a los ríos y al ambiente, sin antes recibir el debido tratamiento, son algunas de las causas que ponen en riesgo la flora y la fauna del entorno donde vivimos. Por otra parte, en las reurbanizaciones actuales se ha detectado que los efectos de los problemas urbanos se envían hacia zonas rurales, por lo que la cadena de los

problemas ambientales sigue latente. En nuestro conocimiento poblacional no se ha tenido el cuidado de prevenir ni controlar la contaminación, esta actitud ha llevado a la modificación de nuestro medio ambiente.

Lopez-Vera (1990) señalan Los residuos sólidos presentan una composición muy variada, siendo los más comunes los residuos sólidos urbanos (RSU) procedentes de la recolección domiciliaria de basura, limpieza de calles, residuos industriales del casco urbano, escombros, etc. Su origen los hace extraordinariamente heterogéneos, contienen materias orgánicas, papel y cartón, plásticos, vidrio, textiles, metales, escorias y cenizas. El almacenamiento de RSU en cauces de ríos es una práctica muy habitual. A menudo los criterios para la ubicación de vertederos eran la relativa cercanía al municipio y la facilidad de deposición de los residuos, sin tener en cuenta la posible influencia sobre las aguas naturales y los suelos.

Según Escamiroso, (2001) en las sociedades actuales, los residuos sólidos urbanos llamados comúnmente “basura”, han tomado considerable importancia debido a la gran cantidad que se genera a diario y a la diversidad de su composición. Este fenómeno se produce fundamentalmente por la explosión demográfica y la industrialización de los productos de consumo, entre otros aspectos.

Escamiroso, (2001) señala que casi siempre al referirnos a la basura, la consideramos algo desagradable, inútil y estorbosa, que nos impulsa a deshacernos inmediatamente de ella sin importar si lo hacemos de forma adecuada. Muchos autores coinciden en que la basura, es una mezcla de desechos sólidos que se generan a consecuencia de las actividades humanas, como son las del medio agrícola, industrial, comercial, doméstico y de servicio. El manejo inadecuado y la mala disposición de los residuos sólidos domésticos son problemas comunes que se presentan en cualquier ciudad del mundo. En

países latinoamericanos, a lo más que se aspira es depositar los residuos sólidos lejos de los centros de población, con la finalidad de reducir los efectos negativos que estos producen al ambiente y a la salud pública.

b) Abono Orgánico

La constante disminución de materia orgánica en suelos sometidos a prácticas agrícolas ha incrementado la necesidad de incorporación de fertilizantes y/o enmiendas orgánicas (García et al., 1991). Una práctica ampliamente difundida, en especial en los países de la Unión europea, es la incorporación de material orgánico compostado producido a partir de residuos sólidos urbanos, residuos agrícolas y lodos de depuración de aguas residuales urbanas.

Diversos estudios (Hernández et al., 1990; García et al., 1991) coinciden que el compostaje de residuos orgánicos es un proceso de degradación química y biológica en el cual se controlan parámetros como temperatura, humedad y aireación para optimizarlo. Un posterior periodo de maduración lleva a la estabilización de la materia orgánica produciendo un producto final (el compost) capaz de incrementar la fertilidad del suelo a través de sustancias del tipo ácidos húmicos contenidas en ellos.

Castro et al. (2009). Señala que los abonos orgánicos han sido catalogados principalmente como enmiendas o mejoradores de suelo. Una de las principales preguntas que siempre se ha generado con respecto a estos materiales, es con relación a su capacidad de suplemento de nutrimentos a los cultivos. Se sabe que esta propiedad depende del grado de mineralización de los materiales y está en función no solo de las propiedades de la materia prima y del proceso de fabricación, sino también de las condiciones imperantes en el campo para su consecuente descomposición. Aunque la mineralización no es el único proceso de transformación que los materiales orgánicos sufren en el suelo, si es uno de

los más importantes al tomar en consideración su impacto sobre el mantenimiento de la fertilidad de los suelos en los agroecosistemas.

Según Puertas et al. (2009) las enmiendas orgánicas pueden además controlar patógenos del suelo. Con su adición aumentan considerablemente el número de nematodos saprófitos y depredadores, hongos atrapadores y otros enemigos naturales de los nematodos fitoparásitos, lo cual reduce los niveles de infestación de forma satisfactoria. Es una medida efectiva cuando está disponible a costos muy bajos o es localmente producida. La mayor dificultad para su empleo radica en la variabilidad de los materiales que se utilizan en su preparación, de lo cual dependen los microorganismos que intervienen en el proceso de descomposición y que determinan la efectividad en el control.

Artavia et al. (2010) indica que el compost y otros tipos de abonos orgánicos aplicados al suelo tienen el potencial de promover el control biológico de enfermedades de plantas. Estos abonos pueden introducir agentes de biocontrol al suelo y proporcionar alimento para su establecimiento y actividad; pueden mejorar la condición de la raíz y aportar nutrientes a la planta, lo que favorece un crecimiento adecuado del cultivo que le permita tolerar las enfermedades o escapar de la infección. Esta característica de los abonos orgánicos para impedir el desarrollo de enfermedades en las plantas se conoce como supresividad. La supresión biológica por medio del compost involucra mecanismos de antagonismo directo como la competencia, la antibiosis y el hiperparasitismo, así como mecanismos no antagonísticos tales como la resistencia sistémica inducida en las plantas

Rodríguez et al. (2012) señala que “la utilización de abonos orgánicos (AO) de diversos orígenes, como los compost obtenidos a partir de residuales sólidos urbanos (RSU) son materiales comúnmente utilizados para elevar la fertilidad de los suelos y mejorar los rendimientos agrícolas” (p.12).

c) Composición y beneficios de la ceniza volcánica

Las cenizas volcánicas son generadas a partir de la fragmentación del magma y de materiales en el cono del volcán provenientes de erupciones anteriores (Wohletz y Krinsley, 1982; Büttner et al., 1999). Tres mecanismos han sido identificados como los principales generadores de cenizas volcánicas: la ruptura del magma debido a vesiculación, la fragmentación del magma debido a los elevados esfuerzos térmicos y la pulverización de la lava en las paredes de la chimenea del volcán durante la erupción. El mecanismo de formación de las cenizas define la morfología en bloque o vesicular. Las cenizas en bloque tienen superficies planas resultado de la fractura vítrea del magma. Las cenizas vesiculares pueden tener texturas de gota de agua o superficies formadas por la ruptura del material a través de zonas que presentaban burbujas de aire (Wohletz y Krinsley, 1982).

Diversos estudios (Quantin, 1986; Shoji et al., 1993). Señalan que los suelos de cenizas volcánicas representan aproximadamente el 0,84% de los suelos a nivel global y se localizan predominantemente en regiones tropicales. El proceso de formación de los suelos de cenizas volcánicas inicia con la generación de una nube de piroclastos durante la erupción volcánica, conformada por partículas de diámetro inferior a 2 mm, conocidas como cenizas volcánicas.

Nanzyo (2004) señala que las cenizas están compuestas predominantemente por minerales primarios livianos (contenido: 70-95 %, $G_s < 2,8$) y en menor proporción por minerales pesados ($G_s > 2,8$) (Shoji et al., 1993). Por lo general, los minerales presentes incluyen feldespatos ($G_s = 2,2 - 2,4$), cuarzo ($G_s = 2,6 - 2,65$), hornblenda ($G_s = 3,0 - 3,4$), hiperestena ($G_s = 3,2 - 3,9$), augita ($G_s = 3,2 - 3,6$), magnetita ($G_s = 4,5 - 5$), biotita ($G_s = 2,9 - 3,4$), apatita ($G_s = 3,1 - 3,2$) y principalmente vidrio volcánico ($G_s = 2,2 - 2,4$).

Cremona (2013) indica que el vulcanismo es un fenómeno natural en la Región Patagónica a través del cual el magma o materia rocosa fundida generada en el interior de la tierra emerge a la superficie. Se denomina piroclasto a cualquier fragmento sólido de material volcánico arrojado al aire durante una erupción. La actividad volcánica histórica, particularmente durante el Cuaternario, ha dado origen a numerosos depósitos piroclásticos a partir de los cuales se han desarrollado los suelos de alto potencial productivo de gran parte de la región cordillerana, y sobre los cuales se ha establecido la vegetación actual.

Según Cremona, (2013) la ceniza volcánica presenta reacción medianamente ácida a neutra, levemente variable según el lugar de recolección, pero con baja capacidad buffer o de amortiguación de pH. Esto indica que, agregadas al suelo que en la región en general posee un pH cercano a la neutralidad y una buena capacidad de amortiguación, no se espera que produzcan efectos en la reacción del mismo. La conductividad eléctrica de la suspensión de las cenizas en agua es baja de acuerdo a la escala utilizada para la calificación de suelos en relación al contenido de sales. Es por esto que se espera que al incorporarse las mismas al suelo no produzcan salinización.

2.4.2 Marco conceptual variable dependiente

a) Beneficios del nitrógeno y carbono en el suelo

El contenido de CO (carbono orgánico) del suelo es dinámico y refleja la historia del balance entre las tasas de acumulación y las de su mineralización, el cual es afectado por las labranzas y la secuencia de cultivos y la fertilización (aporte de C de los residuos) (Janzen, 2006). Cuanto más intenso y agresivo sea el laboreo, mayor será la disminución del nivel de CO en el suelo (Studdert & Echeverría, 2000) debido a una mayor tasa de descomposición de los residuos

de cosecha y a la exposición a la acción de los microorganismos de fracciones del CO protegidas en los agregados (Gregorich & Janzen, 1996). En cambio, bajo siembra directa (SD), se tiende a aumentar el contenido de CO en la capa superficial del suelo como resultado del menor disturbio, presencia de rastrojos en superficie, mayor contenido de agua, menor temperatura, mayor actividad biológica superficial y menor riesgo de erosión (Blevins & Frye, 1993).

Carter (2002) señalan que el carbono orgánico (CO) es un componente fundamental del suelo del cual dependen muchas de sus propiedades químicas, físicas y biológicas. Su contenido y propiedades están íntimamente relacionados con las características edafoclimáticas del sitio y afectan directa e indirectamente la estabilidad del sistema de producción, dado su rol como reservorio de nutrientes y en la estabilización de la estructura edáfica. Actualmente, el CO es considerado uno de los atributos más importantes para definir la “calidad del suelo”.

El seguimiento de la variación del contenido del COP “Materia Orgánica en partículas o particulada” (COP en su expresión como C) se ha propuesto como un indicador temprano de los cambios producidos en la dinámica del C por las prácticas de manejo de suelo y de cultivo (Janzen et al., 1998; Fabrizzi et al., 2003 & Eiza et al., 2005). Por otro lado, el COP puede indicar el tamaño del compartimiento fácilmente mineralizable de nutrientes, pudiendo ser de gran utilidad para el diagnóstico del potencial de mineralización de N del suelo (Fabrizzi et al., 2003).

Según Fernández–Pascual et al. (2002) el nitrógeno es, después del agua, el principal factor limitante para el desarrollo de los cultivos. Precisamente por esta razón en el periodo entre 1950 y 1990 el uso de fertilizantes nitrogenados se multiplicó por diez, lo cual llevó a un aumento sin precedentes de la productividad en los cereales. Sin embargo, la aplicación de estos fertilizantes y

otras acciones industriales y antrópicas ha alterado las condiciones básicas del ciclo natural del nitrógeno y ha contribuido a la contaminación por nitratos en los ecosistemas terrestres y acuáticos, con graves riesgos para la salud humana.

El nitrógeno (N) es un macronutriente esencial para el óptimo desarrollo de los cultivos puesto que es clave en la síntesis proteica, se requiere en grandes cantidades y contribuye a determinar el rendimiento y la calidad de los granos (Echeverría & Sainz Rozas, 2005). Otro aspecto no menos importante del N, lo constituye el eventual impacto desfavorable que podría producir sobre el ambiente (Williams et al., 2007).

Las prácticas de manejo (sistema de labranzas, fertilización, rotación de cultivos, entre otras) pueden afectar la fracción activa del N orgánico. El laboreo podría contribuir a la mineralización de N al exponer la materia orgánica ocluida a la descomposición microbiana rompiendo las unidades estructurales del suelo (Elliott, 1986; Beare et al., 1994; Franzluebbers & Arshad, 1997; Mikha & Rice, 2004). La materia orgánica expuesta también podría estimular el crecimiento microbiano, de ese modo se facilitaría la inmovilización del N, lo que podría llevar a una reducción temporal del N disponible en el suelo (Franzluebbers, 1999)

b) Beneficios del abono orgánico en el suelo

Uno de los componentes del suelo más sensibles a las alteraciones producidas por su utilización para la producción es la materia orgánica (MO), especialmente sus fracciones más lábiles (Wander, 2004). Así, el uso indebido de los suelos provoca disminuciones del contenido de MO y, con ello, se altera la capacidad de cumplir con algunas de sus funciones: almacenar y proveer nutrientes, almacenar agua y permitir su circulación y la del aire, mantener una estructura estable, resistir a la erosión (Weil & Magdoff, 2004).

Una de las fracciones más lábiles de la MO es la denominada MO particulada (MOP) que es de origen reciente y está constituida por restos vegetales en descomposición y por hifas de hongos, esporas, granos de polen y restos de fauna edáfica (Wander, 2004). Esta fracción tiene relativamente alta relación C/N y un rápido reciclaje, y puede ser separada fácilmente por tamizado (Cambardella & Elliot, 1992). Desempeña un importante rol no sólo para la actividad biológica del suelo, sino también para sus propiedades físicas. Interviene en la agrupación de partículas para formar macro y microagregados y en el proceso de su reciclado. Dicho proceso es crucial dado que determina no sólo la estabilidad de los agregados, sino que también incide sobre el grado de protección física de la MO en función del manejo del suelo (Sixet al, 2004). Asimismo, la MO, en general, y sus fracciones lábiles, en particular, tienen una importante participación en la dinámica del N edáfico (Fabrizzi et al., 2003; Gregorich et al., 2006) y en la disponibilidad de ese nutriente para los cultivos (Álvarez & Álvarez, 2000; Wander, 2004).

Muchos estudios concuerdan en que la materia orgánica del suelo (MOS) es el indicador que ejerce una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad (Galantini & Rosell, 2006; Quiroga & Funaro, 2003). Sin embargo, variaciones en el promedio de las precipitaciones, en la capacidad de retención de agua y la textura afectan la magnitud y dirección de los cambios en el contenido de la MOS. Debido a esto, las comparaciones de calidad de suelo entre diferentes sitios usando la MOS como indicador se restringe a sitios con similares condiciones de clima y suelo (Quiroga & Funaro, 2004).

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis nula

El uso de ceniza volcánica y EM's no mejoran el proceso de obtención de bocashi doméstico.

2.5.2 Hipótesis alternativa

El uso de ceniza volcánica y EM's mejoran el proceso de obtención de bocashi doméstico.

2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable Independiente (Dosificación y proceso de obtención):

- Cantidad de residuo orgánico (materia orgánica doméstica)
- Cantidad de ceniza
- Tipo de aireación

Variable Dependiente (Calidad del Bocashi)

- Cantidad de materia orgánica
- Relación C/N

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque

La investigación tuvo un enfoque predominantemente cuantitativo y cualitativo.

Es cuantitativo porque se determinó el contenido de materia orgánica presente en el bocashi a partir de ceniza volcánica.

Es cualitativo por que se determinó el mejor tratamiento para la elaboración de bocashi a partir de ceniza volcánica.

3.2 Modalidad básica de la investigación

- Bibliográfica, ya que se realizó una revisión de diferentes fuentes bibliográficas o documentales como por ejemplo de manuales, journals, tesis de doctorado, libros, etc., esta revisión se llevó a cabo en bibliotecas e internet.
- De campo, se llevó a cabo un análisis sistemático de un problema de la realidad con una participación real del investigador, es decir que se trasladó al lugar del problema para la recolección de muestras.
- Experimental, porque el investigador provocó una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas y así poder controlar el aumento o disminución las variables y su efecto en la elaboración de bocashi a partir de ceniza volcánica.

3.3 Nivel o tipo de investigación

- Investigación exploratoria porque emplea como una de sus herramientas la búsqueda de información científica, económica y social.
- Investigación descriptiva, porque expone situaciones y resultados previos a fin de desarrollar criterios y contenidos.
- Investigación deductiva, porque parte de un análisis del problema a nivel macro, para llegar a establecer una alternativa de solución que contribuirá a reducir una parte del problema global.
- Investigación de correlación, porque busca encontrar el efecto de ciertas variables sobre una en particular, considerada de relativa importancia para el fin que desea lograr.
- Investigación inductiva porque la correlación de variables permite obtener resultados que puedan considerarse como principios generales y así dar validez a la hipótesis y mediante ella, a la propuesta de este trabajo.

3.4 Población y muestra

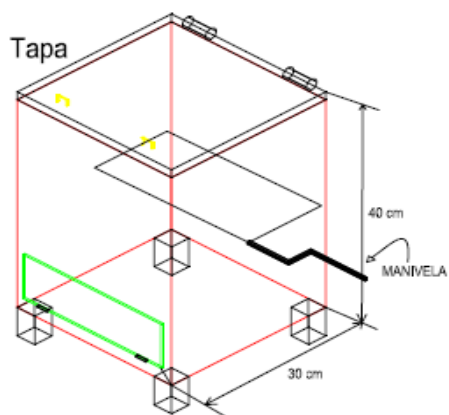
Se ha aplicado un muestreo no probabilístico, es decir guiado por la experiencia y criterio del investigador.

Las muestras de ceniza volcánica se obtuvieron del sector de los Pájaros del Cantón Baños.

Los residuos domésticos fueron desperdicios de cocina (frutas, verduras) y barridos, según la mezcla de cada tratamiento.

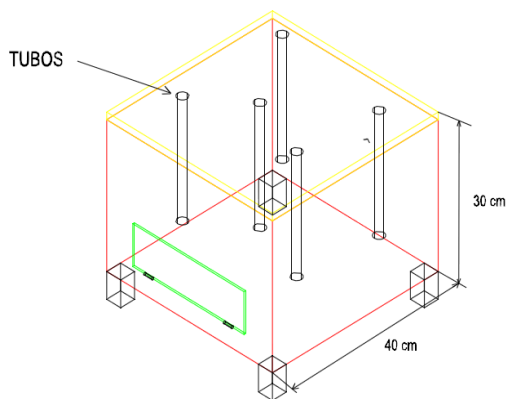
La biomezcla se dispuso en composteras construidas según el diseño que se observa en la Figura N. 3 y en la Figura N. 4

Gráfico N. 3 Modelo de compostera con aireación manual para obtener Bocashi empleando residuos sólidos domésticos.



Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

Gráfico N. 4 Modelo de compostera con aireación por tubos para obtener Bocashi empleando residuos sólidos domésticos.



Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

En vista del diseño experimental que se aplicó se requirieron 20 composteras de modo que se obtengan respuestas experimentales por duplicado.

El muestreo se realizó cada 6 días, en cada una de las composteras.

Para la aplicación del diseño experimental según las variables que influyen en este trabajo, se aplicó un diseño AxB, de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

Dónde:

μ =efecto global

A_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A; $i=1, \dots, a$

B_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B; $j=1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los factores A,B

R_k = efecto de la replicación del experimento; $k=1, \dots, r$

E_{ijk} = residuo o error experimental

Teniendo como factores:

- A: Dosificación
 - ✓ a0: 0% Residuos materia orgánica + 70% ceniza volcánica + 30% suelo
 - ✓ a1: 70% Residuos materia orgánica + 0% ceniza volcánica + 30% suelo
 - ✓ a2: 10% Residuos materia orgánica + 60% ceniza volcánica + 30% suelo

- ✓ a3: 40% Residuos materia orgánica + 40% ceniza volcánica + 20% suelo
 - ✓ a4: 60% Residuos materia orgánica + 10% ceniza volcánica + 30% suelo
- B: Sistema de Remoción – Ventilación
 - ✓ bo: Por tubo
 - ✓ b1: Manual

Para completar el 100%, en todos los tratamientos se usó suelo pobre cuyas características físico químicas (humedad, pH, salinidad, materia orgánica, relación C/N) sean conocidas.

Los microorganismos eficientes fueron añadidos en la misma cantidad estándar según la dosis recomendada en su ficha técnica por el distribuidor en todos los tratamientos.

De esta manera se dispuso de 10 muestras que con su réplica darán un total de 20, identificadas según los siguientes tratamientos:

Tabla N. 1 Tratamientos aplicados en la obtención de bocashi.

Tratamientos	Mezcla	Combinación de los tratamientos
T1	a0b0	0% residuos materia orgánica + 70% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación por tubo
T2	a0b1	0% residuos materia orgánica + 70% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación manual
T3	a1b0	70% residuos materia orgánica + 0% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación por tubo
T4	a1b1	70% residuos materia orgánica + 0% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación manual
T5	a2b0	10% residuos materia orgánica + 60% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación por tubo
T6	a2b1	10% residuos materia orgánica + 60% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación manual
T7	a3b0	40% residuos materia orgánica + 40% ceniza volcánica + 20% suelo, aireación por tubo
T8	a3b1	40% residuos materia orgánica + 40% ceniza volcánica + 20% suelo, aireación manual
T9	a4b0	60% residuos materia orgánica + 10% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación por tubo
T10	a4b1	60% residuos materia orgánica + 10% ceniza volcánica + 30% suelo, aireación manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

3.5 Operacionalización de variables

Tabla N. 2 Variable Independiente: Dosificación y proceso de obtención

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Índices	Item Básico	Técnicas e Instrumentos
Cantidad de residuo orgánico (materia orgánica doméstica)	0%, 10%, 40%, 60%, 70%	Frecuencia de aplicación	Cantidad de Materia Orgánica, C, N y relación C/N	¿Qué cantidad de residuos orgánicos permitirá obtener un bocashi de buena calidad?	- pH: (Método APHA, 2000) - Humedad: (Método APHA, 2000) - Materia orgánica: cenizas (Método APHA, 2000)
Cantidad de ceniza, obtenida del sector Los Pájaros, Baños	0%, 10%, 40%, 60%, 70%	Peso adecuado		¿Qué cantidad de ceniza volcánica permitirá obtener un bocashi de buena calidad?	- Carbono: Carbono orgánico total (Método APHA, 2000)
Tipo de aireación	Manual Por tubo	-----		-----	- Nitrógeno: PEE/LABCESTTA/88 kjedahl.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N. 3 Variable Dependiente: Calidad del Bocashi

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Índices	Item Básico	Técnicas e Instrumentos
<p>Bocashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada” (Leblanc 2005).</p> <p>Un bocashi de calidad mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además suministra vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos, enzimas y sustancias antioxidantes directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación. También ayuda</p>	Calidad del Bocashi	Carbono Nitrógeno	%	¿Cuál será la mejor cantidad materia orgánica de lograr mediante el uso de ceniza volcánica y EM’s en composteras domésticas?	<ul style="list-style-type: none"> - pH: (Método APHA, 2000) - Humedad: (Método APHA, 2000) - Materia orgánica: cenizas (Método APHA, 2000)
	Relación C/N	-----	$\frac{\text{Cantidad de C}}{\text{Cantidad de N}}$	¿Cuál será la mejor relación C/N de lograr mediante el uso de ceniza volcánica y EM’s en composteras domésticas?	<ul style="list-style-type: none"> - Carbono: Carbono orgánico total (Método APHA, 2000) - Nitrógeno: PEE/LABCESTTA/88 kjedahl.

en la formación de la estructura de los agregados del suelo. El bocashi se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores ni moscas. (Shintani, 2000).					
--	--	--	--	--	--

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

3.6 Recolección de información

La recolección de información se realizó durante el desarrollo de la fase experimental de acuerdo al diseño planteado, se dispuso de 10 tratamientos y en vista de que se realizó un duplicado de las determinaciones, para cada análisis se efectuaron 20 corridas experimentales.

3.6.1 Construcción de composteras domésticas

Las composteras fueron elaboradas de acuerdo al modelo del proyecto de compostaje domiciliario del Instituto Nacional de Tecnología Industrial de la ciudad de Córdoba, donde se busca garantizar un compostaje eficiente (con adecuada humedad, temperatura y aireación). Por lo que se consideró los siguientes parámetros.

- Diseño cómodo de manera que sea sencillo revolver los residuos y cosechar el abono
- Fácil riego
- Fácil recubrimiento de la lluvia
- Mejor control de temperatura y humedad
- Escasa dificultad para controlar vectores y mascotas
- Ideal para grandes volúmenes de material orgánico
- Se mantiene ordenado y agradable a la vista

El modelo de compostera con aireación manual (Gráfico N.3) posee una manivela de metal para voltear de mejor manera los residuos sólidos domiciliarios y se genere más aireación para la descomposición adecuada de la materia orgánica.

El modelo de compostera con aireación por tubos (Gráfico N.4) plástico de 30 cm de alto, $\frac{3}{4}$ de pulg. de diámetro tipo flauta con agujeros de 6 mm de diámetro. Lo que permite que el aire ingrese dentro de la materia orgánica y se produzca una mejor aireación.

3.6.2 Recolección de la materia prima

Se realizó la recolección de los residuos sólidos domiciliarios, (material vegetal y barrido de las casas) se los corto en pedazos pequeños y se mezcló homogéneamente.

La ceniza volcánica se recolecto del sector Los Pájaros del Cantón Baños.

El suelo pobre se recogió en el Caserío San Vicente del Cantón Quero de la provincia de Tungurahua.

3.6.3 Elaboración de tratamientos en las composteras

Según cada tratamiento indicado en la tabla N. 1 de tratamientos aplicados en la obtención de bocashi, se colocaron los residuos sólidos domiciliarios, la ceniza volcánica y el suelo pobre en cada una de las composteras con sus respectivas replicas, cada compostera fue volteada y se añadió agua hasta obtener un 50 % de humedad, se colocó EM (Microorganismos Eficientes) para acelerar el proceso de descomposición de los desechos orgánicos.

3.6.4 Parámetros de control

pH

El pH describe la actividad de iones H^+ . Es el logaritmo negativo de la cantidad de iones H^+ :

$$\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$$

La determinación del pH en el laboratorio se realiza a través de un método electroquímico, aplicando un pH-metro con electrodo combinado y compensación de temperatura.

Para determinar el pH de las muestras, se tomó 10 gramos de muestra y se colocó un vaso de plástico, a la muestra se le añadió 50 ml de agua destilada realizando una relación 1:5, se revolvió bien y se dejó que el suelo se sedimente completamente, aproximadamente unas 12 horas. La lectura del pH de los tratamientos se realizó a través del equipo pH-metro marca HANNA instruments HI 2221 calibration check pH/ORP Meter.

Temperatura

Se determinó la temperatura de las muestras con una termocupla marca Multi-Thermometer (-50 °C ± 300 °C) directamente en el sitio de muestreo, se sumergió la termocupla en la muestra y se esperó hasta que la lectura llegue a ser constante. Se repitió las determinaciones y lecturas tantas veces hasta obtener dos lecturas repetidas con el mismo resultado.

Humedad

Se pesó una cápsula de porcelana, luego poner la balanza en cero (T). Se pesó entre 5 g y 10 g de muestra en una cápsula de porcelana. Se secó la muestra en la estufa secadora a 105 °C durante mínimo 12 horas.

Al cabo de las 12 horas se sacó las cápsulas, se colocó en el desecador para que se enfríen y después pesarlas. Los pesos necesarios para determinación de humedad son:

- peso exacto de la cápsula vacía
- peso exacto de la muestra por determinar

- peso exacto de cápsula + muestra después de secar

3.6.5 Caracterización y aplicación del mejor tratamiento

Determinación de carbono

Carbono orgánico total, C_{org} , en suelos se determinó fotométricamente después de la oxidación de la materia orgánica con potasio dicromato, según el método APHA, para lo cual se utilizó potasio dicromato (5 %), ácido sulfúrico (concentrado), bario cloruro (solución: 4 gr de $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ y aforar a 1000 ml con agua destilada), glucosa estándar, equivalente a 5 % de carbono orgánico (se pesó 12.5 gr de glucosa seca y aforar a 100 ml con agua destilada).

A partir de la solución estándar al 5 % de carbono orgánico se realizaron diluciones.

Tabla N.4 Curva de calibración:

#	Cantidad	Concentración
Blanco	0 µl	
Std 1	100 µl	0,5 %
Std 2	200 µl	1,0 %
Std 3	300 µl	1,5 %
Std 4	400 µl	2,0 %
Std 5	500 µl	2,5 %
Std 6	600 µl	3,0 %
Std 7	700 µl	3,5 %
Std 8	800 µl	4,0 %

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Se colocó 1 gr de muestra en tubos de digestión y se añadió a todos los tubos (muestras y estándares):

- 10 ml de K₂Cr₂O₇ (5%)
- 5 ml de ácido sulfúrico concentrado

Se ubicó los tubos en un bloque de digestión y se calentaron a 150 °C durante media hora. Una vez frías las muestras y estándares, se aforaron a 50 ml con la solución de BaCl₂·2H₂O, se agitaron bien y se dejaron en reposo por 12 horas. El día siguiente, se realizó la determinación fotométrica en la longitud de onda de $\lambda = 586$ nm.

Las absorbancias de las muestras se midieron en un espectrofotómetro Termo Scientific 4001-000 Genesys 20.

Determinación de nitrógeno

Las muestras fueron enviadas para su análisis al Laboratorio privado LABCESTTA donde fueron analizadas por método kjedahl.

Determinación de materia orgánica

La determinación de materia orgánica se realizó según el Método APHA, por lo que se secaron de 5 a 10 gramos aproximadamente de muestra durante 12 horas a 105 °C en la estufa. Se pesaron de 3 a 5 gr de la muestra pre-secada y se colocó en una capsula de porcelana y se calcino en la mufla de 430 a 450 °C durante dos horas, después de haber llegado a la temperatura indicada, se dejaron enfriar las muestras en un desecador y se pesaron las muestras.

Determinación de relación C/N

Los valores de carbono se dividieron a los valores de nitrógeno que contenía cada tratamiento.

3.6.6 Prueba de germinación

Una vez terminado el proceso de descomposición se colocó en bandejas plásticas una cantidad de abono orgánico (bocashi), se sembraron 20 semillas de rábanos y se determinó el porcentaje de germinación de cada uno de los tratamientos después de 12 días.

3.7 Procesamiento y análisis

El procesamiento y análisis estadístico de datos se realizó en los paquetes informáticos: Excel 2010 y STATGRAPHICS CENTURION. Se aplicó el análisis de varianza ANOVA y pruebas de comparación múltiple para la elección del mejor tratamiento, con un intervalo de confianza del 95 %.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se utilizó residuos sólidos domiciliarios provenientes de 10 hogares de la ciudad de Ambato, la ceniza volcánica fue recolectada en el sector de los Pájaros en el Cantón Baños de la provincia de Tungurahua y el suelo fue recogido en el caserío San Vicente del Cantón Quero de la Provincia de Tungurahua.

Cada tratamiento se realizó según la dosificación establecida en la tabla N. 1 y se tomaron parámetros de control de pH, temperatura y humedad durante todo el proceso de descomposición del abono orgánico bocashi.

4.1 Control del pH en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.

El pH se tomó como un parámetro de control durante el proceso de descomposición del abono orgánico bocashi, ya que el pH es un indicativo que el proceso de descomposición se está efectuando correctamente y a medida que va transcurriendo la descomposición de la materia orgánica el pH va variando como se muestra en la tabla A-2.

El pH inicial de los tratamientos va de 6 a 8 pero en la semana 1 baja hasta 4 lo que indica que hay una liberación rápida de CO₂ y la descomposición de la materia orgánica más lábil generando ácidos orgánicos, para que el pH aumente hay que voltear la materia orgánica y generar aireación dentro del abono ya que puede ocurrir una disminución muy baja del pH matando gran parte de los microorganismos. En la segunda semana el pH va aumentando pero sigue manteniéndose ácido. En la tercera semana ocurrió un mayor aumento de pH hasta llegar a básico, ya que se produce una transformación de

los ácidos orgánicos y hay generación de NH_3 . A partir de la 4 semana el pH comienza a disminuir y mantenerse en pH neutro ya que se comienzan a formar los compuestos húmicos que forman el abono orgánico. En la semana 5 y 6 el pH prácticamente no ha variado lo que es un indicativo que el abono orgánico ya está listo, esto se muestra en la figura A-1.

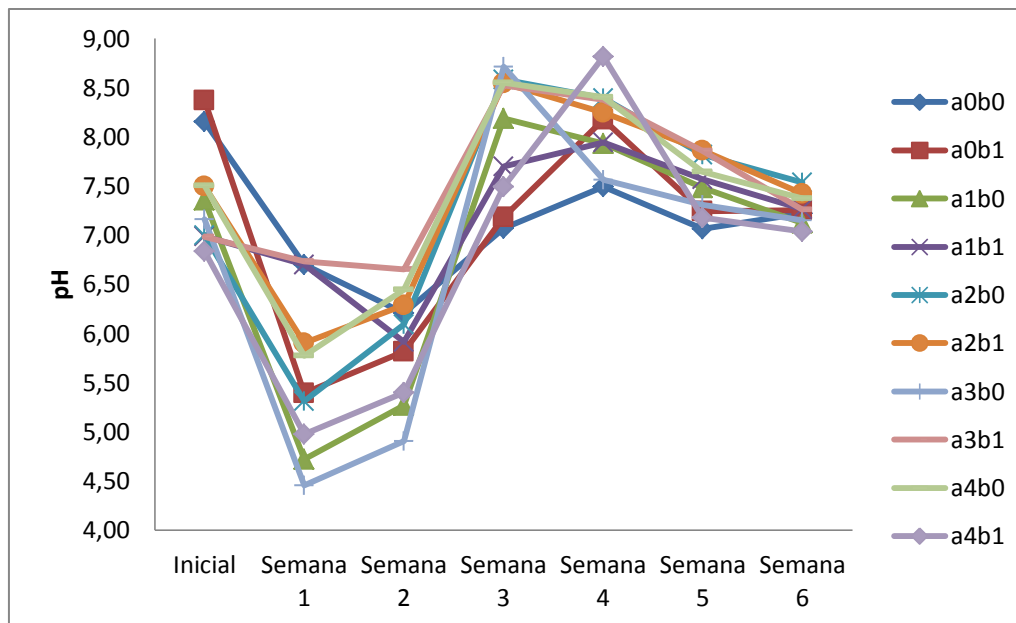


Figura A-1: Evolución del pH en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.2 Control de la temperatura en base al tiempo en días durante el proceso de descomposición del abono orgánico.

La temperatura de los tratamientos se tomó cada 3 días recogiéndose 16 temperaturas durante los 36 días que duro el proceso de elaboración del abono orgánico como se muestra en la tabla A-4.

La temperatura a más de ser un parámetro de control al igual que el pH es un indicativo de que el proceso se está llevando a cabo correctamente ya que es un indicador de que hay actividad biológica.

Como se muestra en la figura A-2 la temperatura inicial era de alrededor 20 °C pero a partir del día 5 hubo un incremento drástico de la temperatura ya que comienza haber mayor actividad microbiana y empieza a ocurrir una degradación de azúcares y aminoácidos, ya que las temperaturas altas favorecen la descomposición de la materia orgánica incrementándose esta hasta el día 12, la temperatura que alcanzaron los tratamientos fue hasta aproximadamente 55 °C, la temperatura no puede sobrepasar los 70 °C ya que puede ocurrir una disminución de población microbiana.

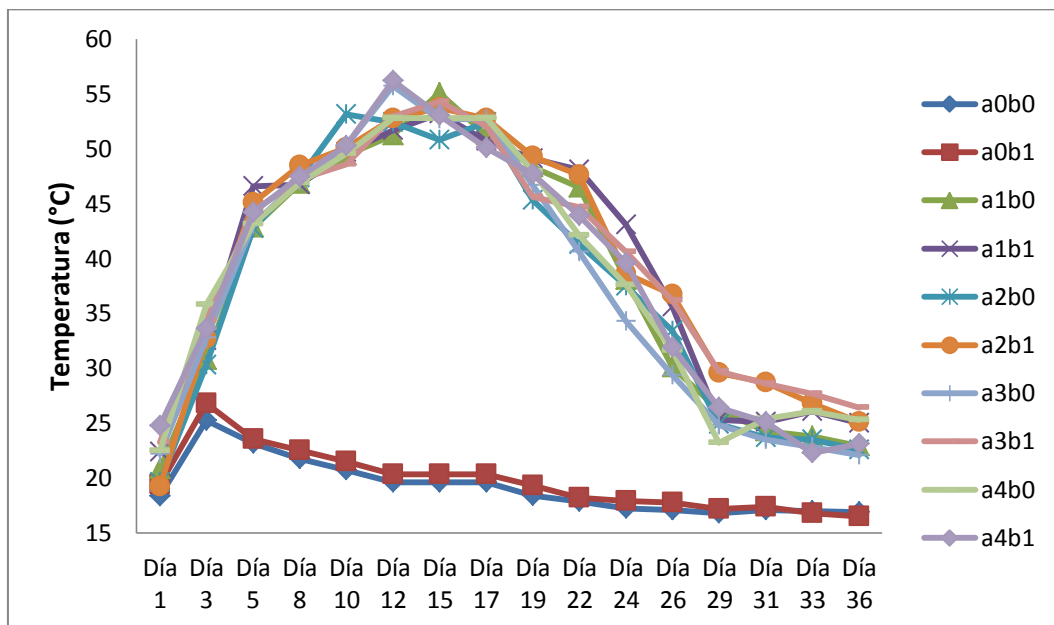


Figura A-2: Evolución de la temperatura en relación al tiempo en días.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

A partir del día 17 las temperaturas comienzan a disminuir, el volteo de cada tratamiento ayuda a que la temperatura disminuya y que haya oxigenación de la

materia orgánica y haya un número alto de colonias microbianas. A partir del día 29 la temperatura comienza a estabilizarse lo que indica que el abono orgánico bocashi ya está listo, las temperaturas se estabilizaron a 22 °C aproximadamente.

Todos los tratamientos tuvieron temperaturas parecidas durante todas las etapas del compostaje a excepción de los tratamientos a0b0 y a0b1 ya que al no tener materia orgánica para descomponer el suelo no alcanza temperaturas mayores a 20 °C.

4.3 Control de humedad en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.

La humedad es un factor muy importante para la elaboración de abonos orgánicos ya que afecta directamente a la composición y actividad de la población microbiana, y se relaciona a la evolución de la temperatura y el grado de descomposición del material orgánico. El porcentaje de humedad no puede ser menor de 50 % y no puede ser mayor de 70 % ya que es el rango óptimo para el crecimiento microbiano.

La humedad es imprescindible, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento, sobre todo a las bacterias. En la tabla A-6 se muestra los valores de humedad (%) tomados cada semana como control para que el proceso de compostaje se lleve a cabo adecuadamente ya que el agua disuelve compuestos que pueden incorporarse fácilmente al interior celular. Si la humedad disminuye la actividad microbiana se detiene y el tiempo del proceso de compostaje aumenta.

En la figura A-3 se puede observar que la humedad se mantiene dentro del rango óptimo por lo que el proceso de compostaje se llevó a cabo en 36 días. Si

la humedad es mayor del 70 % el proceso se ralentiza ya que el agua desplazaría el aire de los espacios porosos, produciendo malos olores debido a que se establecen situaciones anaerobias.

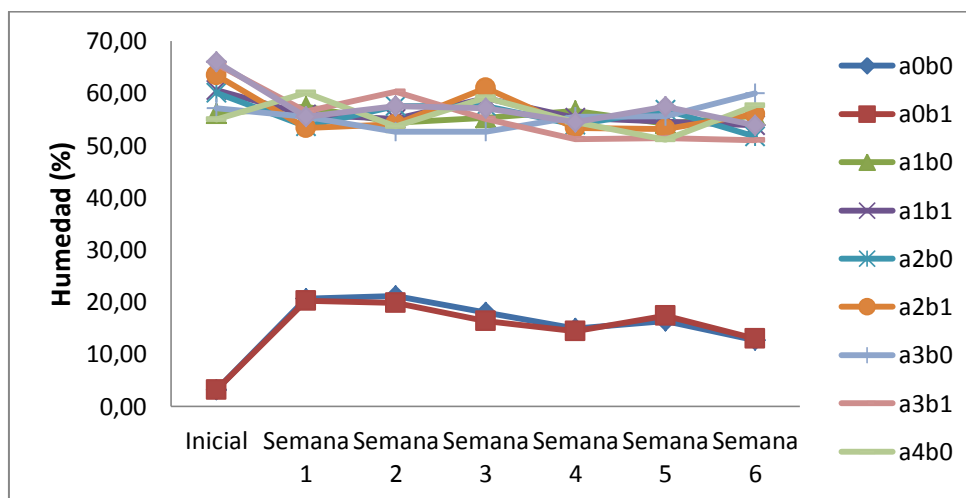


Figura A-3: Control de Humedad en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Los tratamientos que tuvieron una humedad baja fueron a0b0 y a0b1 debido a que las partículas de suelo por no poseer materia orgánica no pueden retener la humedad.

4.4 Control de materia orgánica en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.

La materia orgánica es un requisito sustancial para el crecimiento de cualquier planta por lo que en un suelo pobre o desgastado es más difícil que las plantas se desarrollen adecuadamente. En la tabla A-8 se muestra el desarrollo de la materia orgánica en los tratamientos para la elaboración de bocashi durante 6 semanas.

Conforme avanza el tiempo la cantidad de materia orgánica va disminuyendo ya que esta se va descomponiendo como se muestra en la figura A-4, lo que es un indicativo de que el bocashi se está produciendo correctamente a medida que varía la temperatura y el pH. Cuando el porcentaje de materia orgánica se va estabilizando es un indicativo de maduración del bocashi y que este está listo.

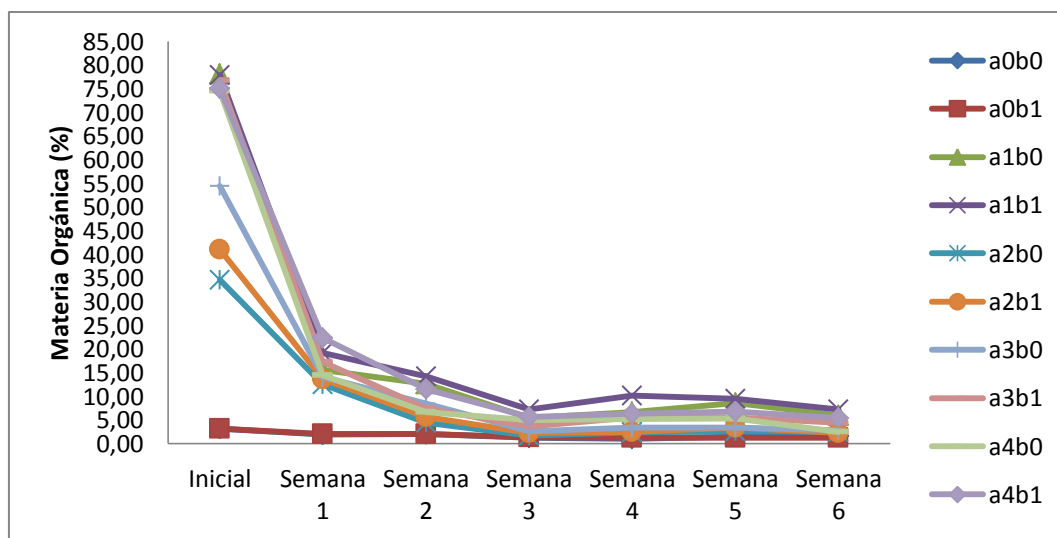


Figura A-4: Evolución de materia orgánica en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

La cantidad de materia orgánica al final no fue muy alta debido a que la mayoría de residuos sólidos domiciliarios eran vegetales y se reduce por pérdidas de carbono como dióxido de carbono y por pérdida de peso ya que este se redujo en un 20 % aproximadamente.

4.5 Control de carbono en base al tiempo en semanas durante el proceso de descomposición del abono orgánico.

El porcentaje de carbono a medida que va llevándose a cabo el proceso de compostaje va disminuyendo como se muestra en la tabla A-11 debido a que

este se oxida por la acción del metabolismo microbiano para producir energía y CO₂.

Por lo que se produce un descenso rápido de carbohidratos en la semana 3, en las semanas próximas el porcentaje de carbono va estabilizándose ya que compuestos resistentes como las ligninas son más difíciles de descomponer a productos más simples por lo que el proceso se vuelve lento hasta estabilizarse y mantener constante el porcentaje de carbono. En la figura A-6 el tratamiento a1b1 fue el que tuvo mayor cantidad de carbono debido a que tenía mayor cantidad de materia orgánica en la dosificación al igual que el tratamiento a4b1. Los tratamientos con el porcentaje más bajo de carbono fueron a0b0 y a0b1 debido a que su dosificación no tenía materia orgánica sin embargo sus valores bajaron debido a que el suelo tenía un poco cantidad de materia orgánica.

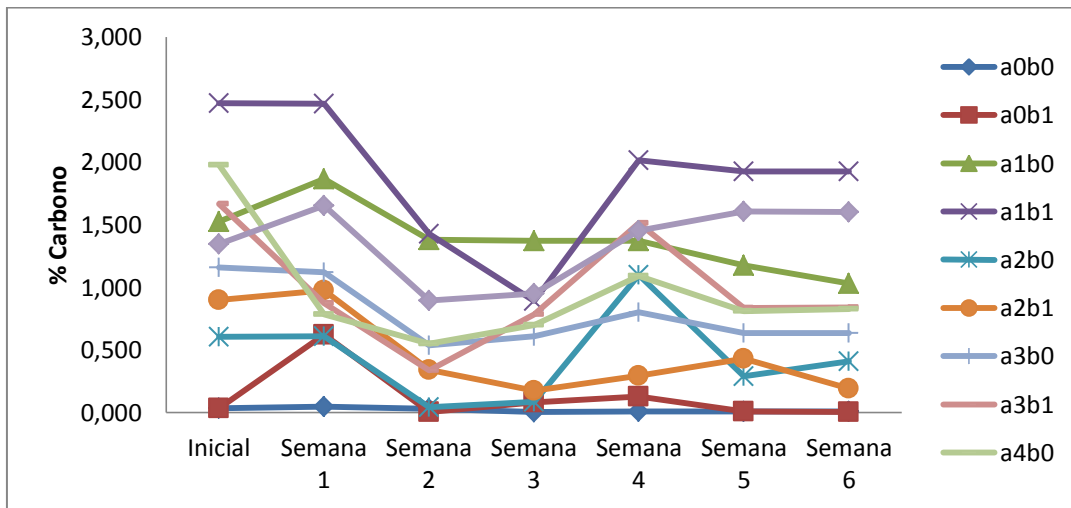


Figura A-6: Evolución de Carbono en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.6 Variación del porcentaje nitrógeno al inicio y final del proceso de descomposición del abono orgánico.

En el proceso de compostaje el porcentaje de nitrógeno a diferencia del porcentaje carbono que disminuye va aumentando debido a que el nitrógeno se transforma en amoníaco sobre todo cuando se eleva la temperatura y el pH es bajo como se muestra en la tabla A-13.

El aumento de nitrógeno en los tratamientos al inicio y al final no vario mucho a excepción del tratamiento a1b1 y el tratamiento a4b1 que tuvieron un incremento superior en comparación a los demás tratamientos como se evidencia en la figura A-7.

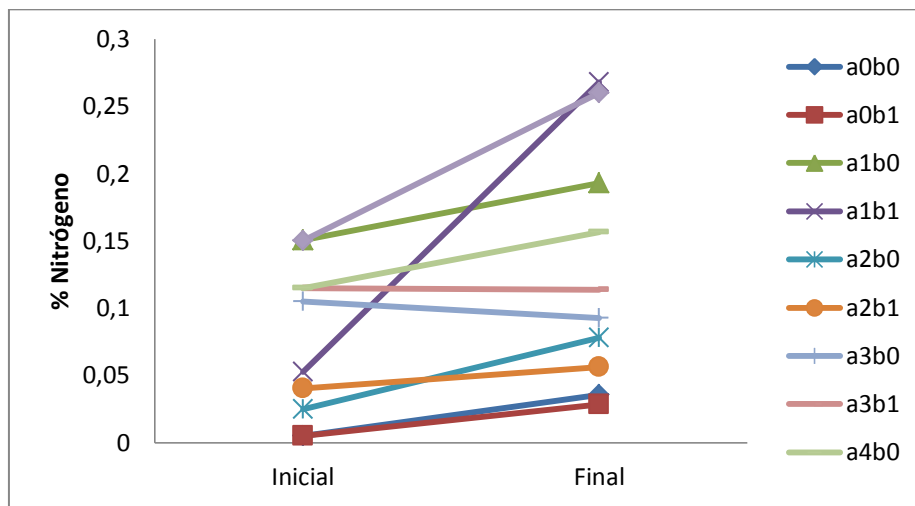


Figura A-7: Evolución de Nitrógeno al inicial y final del proceso.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

El nitrógeno es esencial para la reproducción celular y la calidad de un abono orgánico como fertilizante está directamente relacionada con la concentración de N.

4.7 Variación del porcentaje de relación C/N al inicio y final del proceso de descomposición del abono orgánico.

La relación C/N, expresa las unidades de carbono por unidades de nitrógeno que contiene un material. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. La relación C/N al inicio y al final disminuye considerablemente como se muestra en la tabla A-15, esta relación con residuos sólidos domiciliarios por lo general es baja.

Los microorganismos consumen generalmente: 30 átomos de carbono por 1 átomo de Nitrógeno por lo que la relación optima debería ser mayor sin embargo en la elaboración del abono orgánico el tratamiento con la relación C/N más alta es a3b1 seguida del tratamiento a1b1 con una relación 7/1 aproximadamente como se muestra en la figura A-8.

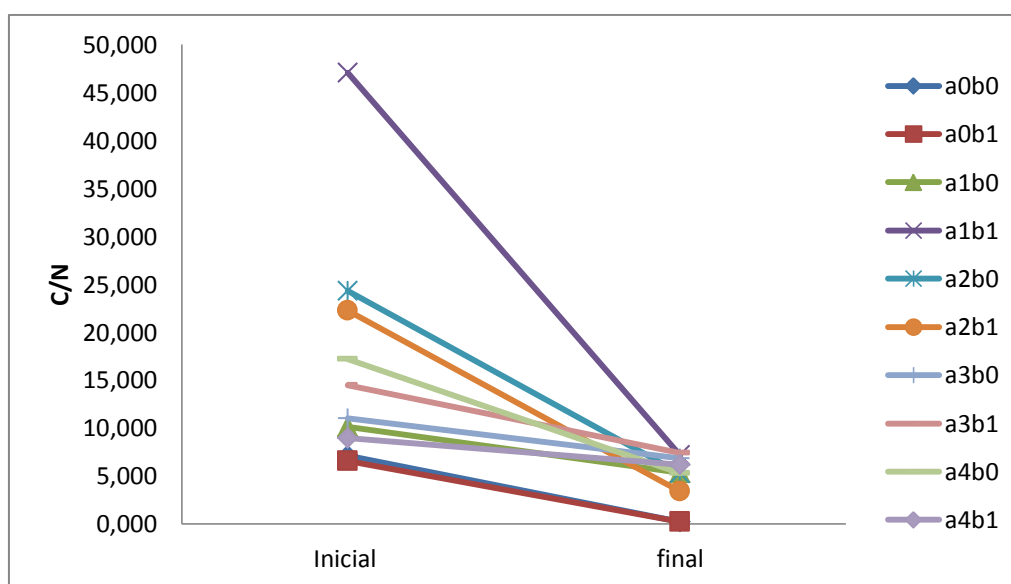


Figura A-8: Evolución de relación C/N al inicial y final del proceso.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.8 Contenido de materia orgánica.

Los resultados promedios luego del respectivo análisis estadístico, indican que los tratamientos con mayor contenido de materia orgánica son el tratamiento a1b1 (70% materia orgánica: 0% ceniza: 30% suelo, aireación manual) y el a4b1 (60% materia orgánica: 10% ceniza: 30% suelo, aireación manual).

En la tabla B-1 se reportan los resultados del análisis de varianza para los valores de contenido de materia orgánica, utilizando el 95 % de nivel de confianza; existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en los factores principales: A (dosificación) y B (sistema de remoción), al igual que en la interacción dosificación*sistema de remoción.

La prueba de comparación múltiple (Tukey) de la Tabla B-2 con respecto a la interacción dosificación-sistema de remoción al 95 % de nivel de confianza, indica que el tratamiento a1b1 (70% materia orgánica: 0% ceniza: 30% suelo, aireación manual) presenta mayor porcentaje de materia orgánica con un promedio de 7.31 en tanto que con el tratamiento a0b1 (0% materia orgánica: 70% ceniza: 30% suelo, aireación manual) y el tratamiento a0b0 (0% materia orgánica: 70% ceniza: 30% suelo, aireación por tubos) presentan menor porcentaje de materia orgánica obtenida en relación a los demás tratamientos con 1.27 y 1.64 % respectivamente.

En la figura B-1 se evidencia las interacciones e intervalos HSD al 95 % para la dosificación y el sistema de remoción, el tratamiento con mayor influencia sobre la cantidad de materia orgánica es el a1b1.

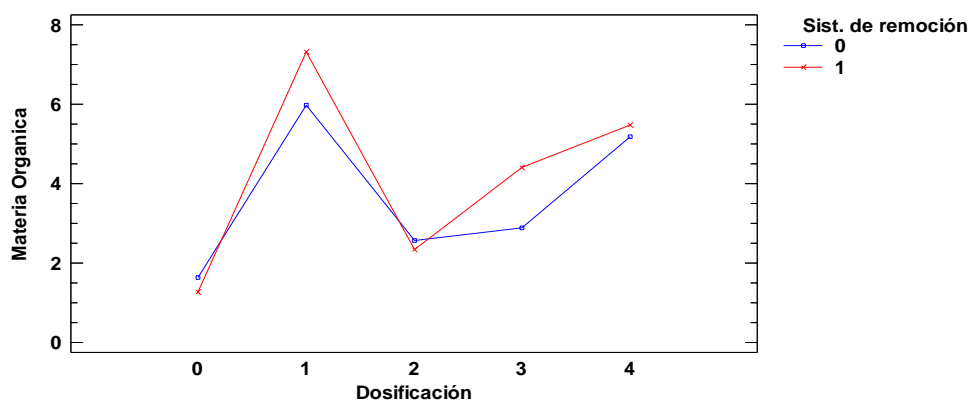


Figura B-1: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.9 Contenido de carbono

Los resultados promedios luego del respectivo análisis estadístico, indican que los tratamientos con mayor contenido de carbono son el tratamiento a1b1 (70% materia orgánica: 0% ceniza: 30% suelo, aireación manual) y el a4b1 (60% materia orgánica: 10% ceniza: 30% suelo, aireación manual).

En la tabla B-3 se muestran los resultados del análisis de varianza para los valores del contenido de carbono, utilizando el 95 % de nivel de confianza; existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en los factores principales: A (dosificación) y B (sistema de remoción), al igual que en la interacción dosificación*sistema de remoción.

La prueba de comparación múltiple (Tukey) de la Tabla B-4 con respecto a la interacción dosificación-sistema de remoción al 95 % de nivel de confianza, indica que el tratamiento a1b1 (70% materia orgánica: 0% ceniza: 30% suelo, aireación manual) presenta mayor porcentaje de carbono con un promedio de 1.93 % en tanto que los tratamientos a0b1 (0% materia orgánica: 70% ceniza:

30% suelo, aireación manual) y a0b0 (0% materia orgánica: 70% ceniza: 30% suelo, aireación por tubos) presentan menor porcentaje de carbono en relación a los demás tratamientos con 0.01 %.

En la figura B-2 se evidencia las interacciones e intervalos HSD al 95 % para la dosificación y el sistema de remoción, los tratamientos con mayor influencia sobre la cantidad de carbono, es el a1b1.

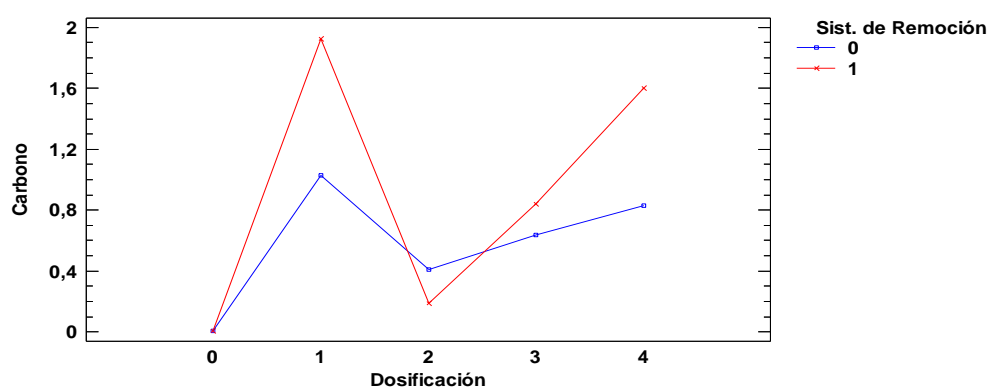


Figura B-2: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.10 Contenido de nitrógeno

Los resultados promedio luego del respectivo análisis estadístico, indican que los tratamientos con mayor contenido de nitrógeno son el tratamiento a1b1 (70% materia orgánica: 0% ceniza: 30% suelo, aireación manual) y el a4b1 (60% materia orgánica: 10% ceniza: 30% suelo, aireación manual).

En la tabla B-5 se reportan los resultados del análisis de varianza para los valores del contenido de nitrógeno, utilizando el 95 % de nivel de confianza; existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en los factores principales: A

(dosificación) y B (sistema de remoción), al igual que en la interacción dosificación*sistema de remoción.

La prueba de comparación múltiple (Tukey) de la Tabla B-6 con respecto a la interacción dosificación-sistema de remoción al 95 % de nivel de confianza, indica que el tratamiento a1b1 (70% materia orgánica: 0% ceniza: 30% suelo, aireación manual) presenta mayor porcentaje de nitrógeno con un promedio de 0.27 % en tanto que con el tratamiento a0b1 (0% materia orgánica: 70% ceniza: 30% suelo, aireación manual) y el tratamiento a0b0 (0% materia orgánica: 70% ceniza: 30% suelo, aireación por tubos) presentan menor porcentaje de nitrógeno obtenido en relación a los demás tratamientos con 0.03 y 0.04 % respectivamente.

En la figura B-3 se evidencia que las interacciones e intervalos HSD al 95 % para la dosificación y el sistema de remoción, los niveles con mayor influencia sobre la cantidad de nitrógeno, son el a1b1 y el a4b1 ya que no hay diferencia significativa entre estos tratamientos.

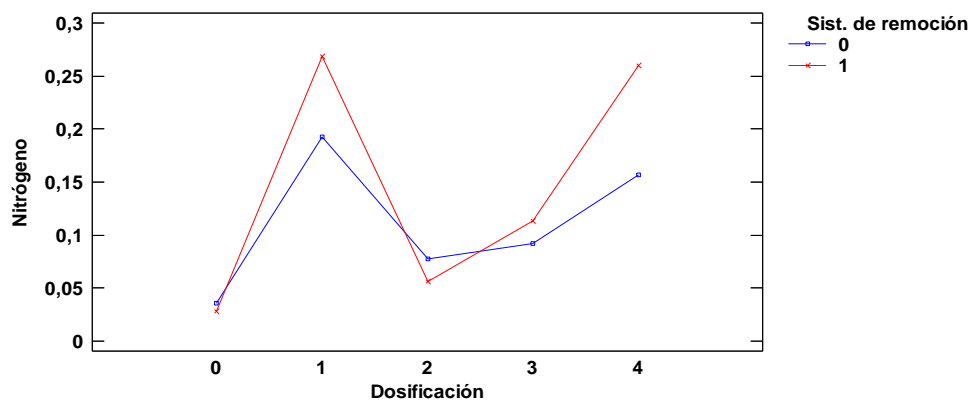


Figura B-3: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.11 Contenido de relación C/N

Los resultados promedio luego del respectivo análisis estadístico, indican que los tratamientos con mayor contenido de relación carbono/nitrógeno son el tratamiento a3b0 (40% materia orgánica: 40% ceniza: 20% suelo) con sistema de remoción por tubo y el a3b1 (40% materia orgánica: 40% ceniza: 20% suelo) con sistema de remoción manual.

En la tabla B-7 se reportan los resultados del análisis de varianza para los valores del contenido de relación carbono/nitrógeno, utilizando el 95 % de nivel de confianza; existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en el factor principal: A (dosificación) pero no hay diferencia significativa ($p < 0.05$) en el factor B (sistema de remoción) al igual que en la interacción dosificación*sistema de remoción.

La prueba de Tukey (HSD) de la tabla B-8 con respecto a la dosificación al 95 % de nivel de confianza, indica que el nivel a3 (40% materia orgánica: 40% ceniza: 20% suelo) presenta mayor cantidad de relación carbono/nitrógeno con un promedio de 7.26678 y que los niveles a1 (70% materia orgánica: 0% ceniza: 30% suelo), y a4 (60% materia orgánica: 10% ceniza: 30% suelo), no presentan diferencias significativas entre la dosificación en la cantidad de relación carbono/nitrógeno con un promedio de 6.2575 y 5.8463 respectivamente por lo que los tratamientos son iguales, a diferencia del nivel a0 con un promedio de 0.2204 por lo que la cantidad de relación carbono/nitrógeno es muy bajo.

En la figura B-4 se observa que las interacciones e intervalos HSD al 95 % para la dosificación y el sistema de remoción, los niveles con mayor influencia sobre la cantidad de relación C/N, son el a3b1 seguido de los tratamientos a1b1 y a4b1 ya que no hay diferencia significativa entre estos tratamientos.

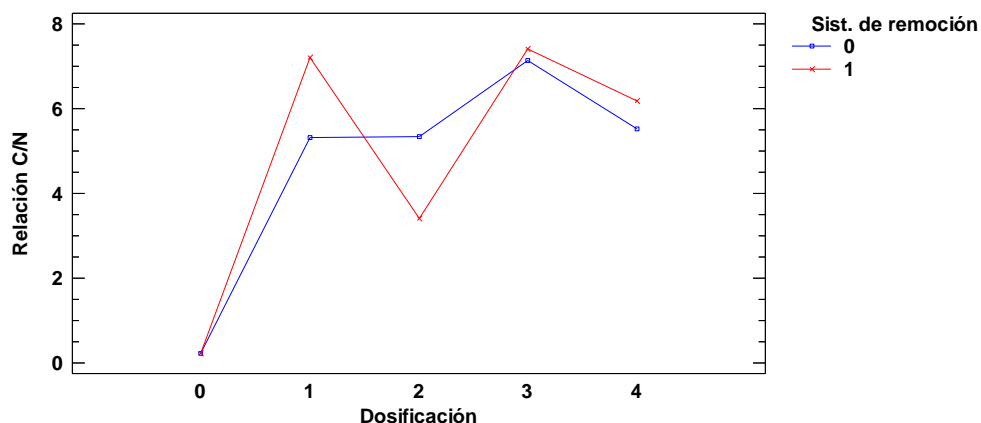


Figura B-4: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.12 Prueba de germinación

En la prueba de germinación los tratamientos que mostraron un porcentaje de germinación más alto fueron a4b1, a1b1 y a3b1, esto se debió a que poseían mayor cantidad de materia orgánica y una mayor relación C/N en comparación a los demás tratamientos. El tratamiento a4b1 posee 5.48 % de materia orgánica y 6.163 de relación C/N, el tratamiento a1b1 tiene 7.31 % de materia orgánica y 7.192 de relación C/N mientras que el tratamiento a3b1 contiene 4.40 % de materia orgánica y 7.406 de relación C/N, mientras que el tratamiento a0b1 con 1.64 % de materia orgánica y 0.224 de relación C/N y su porcentaje de germinación fue de 0 %, lo que evidencia que a mayor cantidad de materia orgánica y mayor relación C/N es mayor el porcentaje de germinación.

Tabla N. 5 Valores de germinación con rábano (%) promedio entre replicas.

Tratamientos	% de Germinación
a0b0	0
a0b1	0
a1b0	80
a1b1	85
a2b0	12
a2b1	9
a3b0	88
a3b1	92
a4b0	72
a4b1	74

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.13 Comparación de cantidad de materia orgánica, C, N y relación C/N del abono orgánico (bocashi) con el abono orgánicos compost comercial

Al comparar los datos bibliográficos de los contenidos de nutrientes del abono orgánico compost comercial con el abono orgánico bocashi se puede determinar que el abono orgánico obtenido a partir de residuos sólidos domiciliarios y ceniza volcánica tiene una buena cantidad de materia orgánica, C, N y relación C/N, sin embargo el incremento no es muy significativo. Al mismo tiempo se puede decir que el abono orgánico bocashi por ser

enriquecido con microorganismos eficientes comerciales ayuda a incrementar la cantidad de microorganismos en el suelo y representa un aporte mayor al suelo.

Tabla N. 6 Comparación de cantidad de nutrientes entre el abono orgánico bocashi y el abono orgánico compost

Abono	Característica	Nutrientes	Incremento
Abono orgánico (bocashi)	Proceso de descomposición de residuos sólidos domiciliarios utilizando ceniza volcánica	MO:7.31 % N: 0.26 % C: 1.927 % Relación C/N: 7.406	MO:1.37 % N: 0.06 % C: 0.73 % Relación C/N: 1.406 %
Compost	Composición de un compost comercial (Estrada, 1991).	MO:6 % N: 0.2 % C: 1.2 % Relación C/N: 6.00	

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

4.14 Verificación de hipótesis

En base a todo lo mencionado, a un nivel de confianza del 95 %, se determinó que existe diferencia significativa entre las diferentes dosificaciones, por lo que, “se acepta la hipótesis alternativa”, es decir “el uso de ceniza volcánica y EM’s mejoran el proceso de obtención de bocashi doméstico”; “la dosificación y el sistema de remoción si influyen sobre el porcentaje de materia orgánica, carbono, nitrógeno y relación C/N”.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se probaron 5 metodologías diferentes para el aprovechamiento de ceniza volcánica en la obtención de bocashi utilizando residuos sólidos domiciliarios incluyendo sistemas de remoción para la aireación del abono orgánico y el uso de microorganismos eficientes. La mejor relación C/N permitió determinar que los mejores tratamientos son el a3b0 y el a3b1 que consisten en (40% materia orgánica: 40% ceniza: 20% suelo) con sistema de remoción por tubo y (40% materia orgánica: 40% ceniza: 20% suelo) con sistema de remoción manual respectivamente.
- Se diseñó dos modelos de composteras domésticas una con un sistema de remoción manual que incluyó manivelas y otro sistema de remoción por tubos colocados en diferentes partes del abono orgánico a diferentes alturas para que la aireación sea continua y no haya necesidad de voltear; concluyendo que la aireación por remoción manual permite obtener un bocashi de mejor calidad en cuanto a cantidad de materia orgánica y cantidad de carbono, cantidad de nitrógeno y relación C/N.
- Se evaluó la capacidad de aporte nutricional de la ceniza volcánica mediante determinación de porcentaje de materia orgánica, carbono, nitrógeno y relación carbono/nitrógeno y se estableció que el nivel a3 (40% materia orgánica: 40% ceniza: 20% suelo) da una mayor relación carbono/nitrógeno al suelo y que los niveles b0 (por tubo) y b1 (manual) no tenían diferencias significativas sobre la relación C/N.

- Los residuos sólidos domiciliarios pueden ser utilizados para la elaboración de abono orgánico a pequeña escala para enriquecer suelos pobres, aprovechando la ceniza volcánica y con la construcción de composteras domésticas.

5.2 Recomendaciones

- Analizar el incremento de los minerales P y K en la elaboración del abono orgánico (bocashi) ya que también son importantes para el desarrollo de las plantas.

- Realizar estudios de fitotoxicidad para determinar la calidad del abono orgánico.

- Efectuar estudios para el enriquecimiento del abono orgánico a fin de incrementar la relación C/N.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos

- **Título**

Tratamiento de residuos orgánicos generados en la ciudad de Ambato mediante el uso de EM´s y ceniza volcánica.

Institución ejecutora: Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

- **Beneficiarios:**

* Municipio de Ambato que tendría menor cantidad de residuos sólidos domiciliarios en el relleno sanitario de Ambato.

* Agricultores que podrían disponer de un abono orgánico de buena calidad.

Ubicación: Ambato – Ecuador, Sector Chasinato vía Píllaro.

Tiempo estimado para la ejecución: 10 meses.

Equipo técnico responsable: Egda. María Daniela Garcés Moncayo, Ing. MSc. María Teresa Pacheco.

Costo: 10000

6.2 Antecedentes de la propuesta

Los residuos sólidos son aquellos materiales, diferentes de líquidos y gases, que, a criterio de los entes que los generan, no representan ningún tipo de valor y se desechan como inútiles o superfluos. Son la forma común de contaminación de las concentraciones demográficas de cualquier escala y cultura, consecuencia del excesivo consumo, que ocurre según el grado de desarrollo industrial y poblacional; y que afecta de manera directa al hombre y a su ambiente. Esto sumado a la falta de conciencia ambiental y planificación, hace que con el pasar de los días este problema llegue a límites que salen del control humano, por lo que la gestión de residuos sólidos debe tener prioridad en la administración municipal (Corbitt, 2003, Tchobanoglous, et.al., 1994).

El manejo de los residuos sólidos urbanos representa un tema complicado para toda administración municipal a nivel mundial; la problemática de los residuos sólidos se establece por la capacidad limitada del medio ambiente para acoger la progresiva generación de los mismos y por la gradual disminución de la disponibilidad de los recursos (Muñoz, 2008; Tamayo, 2009).

En el Ecuador se reportan problemas de manejo de la basura desde hace 188 años. El mariscal Antonio José de Sucre, para solucionarlos dictó una ordenanza el 19 de agosto de 1822 que exigía la limpieza de la ciudad y privatizaba el servicio, sin embargo no se indica el método de disposición final de la basura (Collazos, 2008).

La población servida por el sistema de recolección de desechos es de 268.359 habitantes, se asume que hay un porcentaje de un 12% de habitantes que todavía no están registrados (Moncayo, 2007).

Conjuntamente con las actividades comerciales y turísticas, se genera un total de 235 ton/día de residuos sólidos. La producción per cápita (PPC) promedio de residuos domiciliarios de la ciudad de Ambato es de 1.36 kg/hab*día. Siendo el promedio Latino Americano es de 1 kg/hab*día aproximadamente según una evaluación de la CEPAL (Moncayo, 2007; Tamayo, 2009).

La materia orgánica del suelo resulta de la acumulación de residuos de plantas y animales. Cuando está bien descompuesta recibe el nombre de humus. En estado coloidal tiene una capacidad considerable de intercambio de cationes (Estrada, 1991).

En un suelo de buena fertilidad, las partículas de minerales están cubiertas por una capa de humedad capilar que contiene humus. Esta es una especie de gel que retiene el agua al expandirse. Entre estas partículas recubiertas por humus hay espacios de aire, poros, que proveen oxígeno a las bacterias del suelo, así como a las raíces, con lo que contribuyen a que el suelo se conserve suelto y granuloso, aumentando su capacidad de laboreo. Los microorganismos útiles atacan la materia orgánica fresca y liberan los nutrientes vegetales con formas inorgánicas simples que serán utilizadas por los cultivos; mediante la descomposición de la materia orgánica por los microbios se liberan nitratos, fosfatos, sulfatos y macronutrientes de la materia orgánica, y los cultivos pueden utilizarlos (Estrada, 1991).

El creciente deterioro de los recursos naturales en el mundo, junto con los incrementos de la población y la demanda de alimentos, ha conducido a nuevas variantes sostenibles de producción, que garanticen minimizar los problemas que provocan la degradación ambiental. Tales cambios necesitan de la investigación de nuevos sistemas que integren el máximo aprovechamiento de los residuos orgánicos y la sostenibilidad de los sistemas sin mermar sus productividades (García 2005).

La adición de MO puede favorecer el desarrollo radical tanto en forma directa como indirecta. La aplicación de enmiendas orgánicas estimula la producción de raíces finas (Vance y Nadkarni 1992, Tufekcioglu et al. 1999, He et al. 2000, Vega et al. 2005), lo que favorece la absorción de nutrientes. Indirectamente, los abonos orgánicos pueden mejorar las propiedades físicas del suelo, como la estructura y la densidad aparente, mediante un efecto floculante propio de la MO. Esto mejora el movimiento del aire, el agua y los nutrientes; lo que permite incrementar el crecimiento y la penetración radical. Las enmiendas orgánicas también pueden aumentar la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y favorecer la proliferación de microorganismos benéficos (Bovi et al. 1999, Molina 2000, Vega et al. 2005).

6.3 Justificación

La gran cantidad de residuos sólidos domiciliarios que se generan diariamente se está convirtiendo en un problema grave debido a que los rellenos sanitarios ya no abastecen, cada vez se busca nuevas alternativas para tratar de minimizar el impacto ambiental que estos generan con la producción de metano que es perjudicial para el medio ambiente.

A la misma vez se busca nuevas técnicas para mejorar los suelos empobrecidos de la región sin perjudicar su productividad, por lo que se quiere aprovechar los residuos sólidos domiciliarios y generar un aporte nutricional al suelo para que sea orgánico y que mantenga unas buenas propiedades físicas y químicas en el suelo.

El aprovechar los residuos sólidos domiciliarios que nosotros generamos ayuda a disminuir el impacto ambiental y a aprovechar la materia orgánica para ser capaces de generar abonos orgánicos por nuestra cuenta.

En la actualidad no se dispone de proyectos implementados que traten de reducir el impacto generado por los rellenos sanitarios por lo que esta propuesta trata de disminuir las cargas contaminantes como la generación de malos olores, humo de la quema de desechos sólidos y emisión de gases (mayoritariamente CH₄ y CO₂).

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo general

- Lograr un manejo adecuado de residuos orgánicos generados en la ciudad de Ambato mediante el uso de EM's y ceniza volcánica.

6.4.2 Objetivos específicos

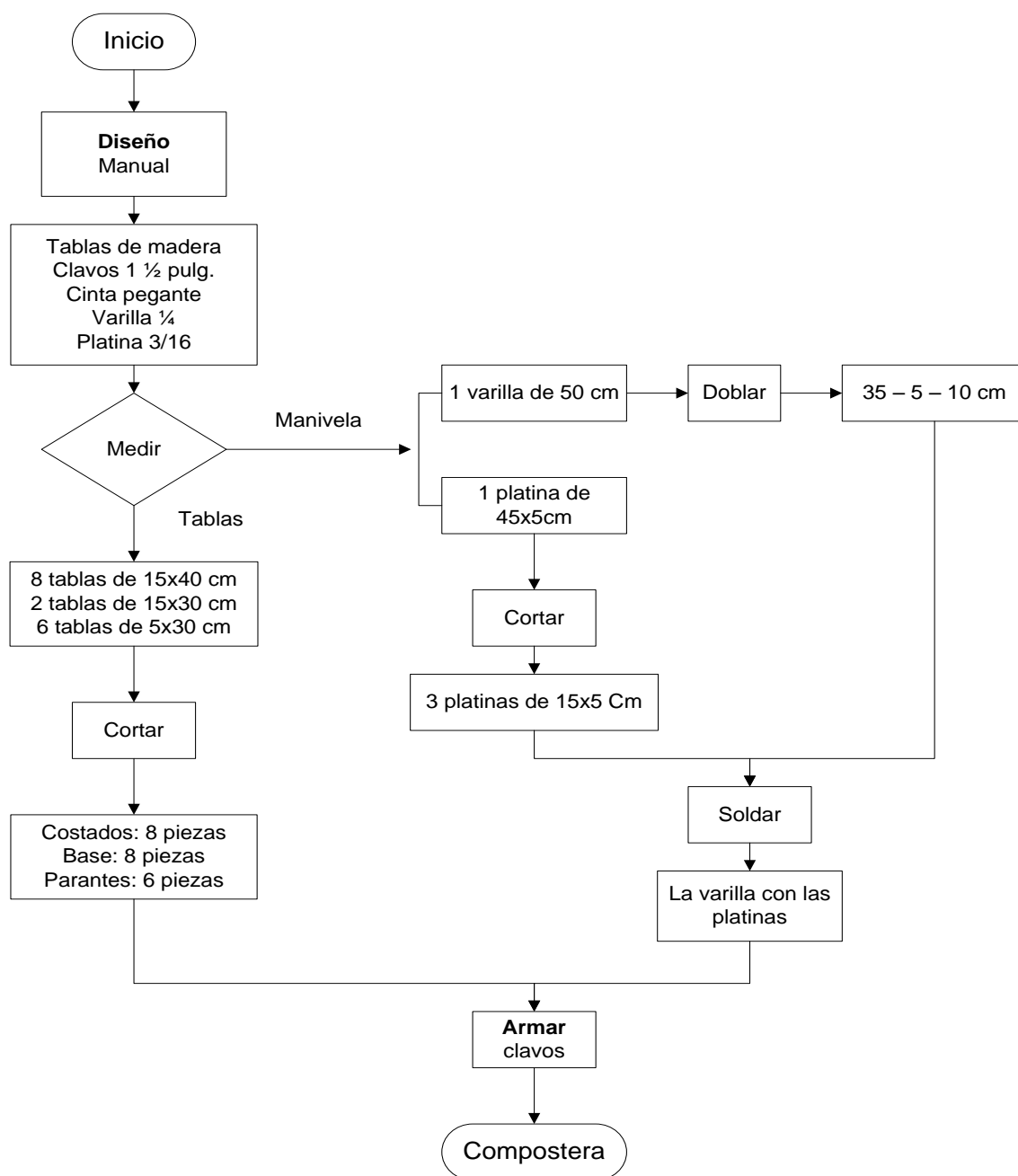
- Determinar un procedimiento para la fabricación del abono orgánico bocashi.

- Estimar la factibilidad de implementación de un sistema de tratamiento biológico de residuos sólidos domiciliarios.

- Establecer las acciones necesarias para que los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Ambato reciban un adecuado tratamiento biológico.

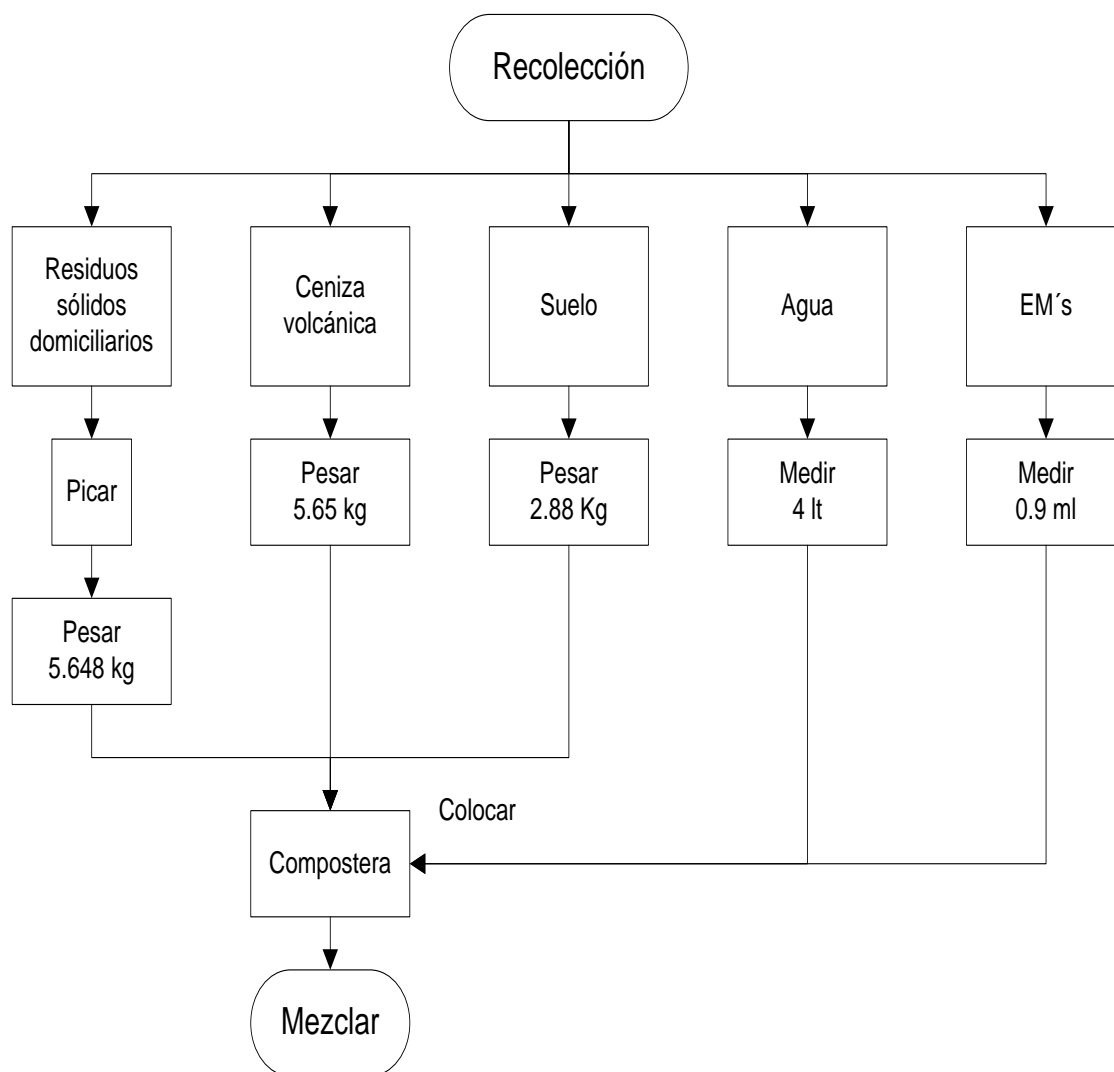
6.5 Construcción de composteras domésticas y formulación del abono orgánico (bocashi)

Gráfico N.5 Construcción de composteras domésticas



Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Gráfico N.6 Formulación del abono orgánico (bocashi)



EM's: Microorganismos eficientes

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

6.6 Análisis de factibilidad

El proyecto planteado es de tipo socio económico y está elaborado para 1 tonelada de residuos sólidos domiciliarios.

Las tablas N.7 a N.15 muestran el análisis de costos necesarios para obtener 1 tonelada de bocashi con el mejor tratamiento a3b1.

Tabla N.7 Análisis de precios unitarios para la construcción de composteras

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
COMPOSTERA 30 * 40		U	1,000	2,50	2,50
SUBTOTAL O					2,50
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		2,50
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00	0,13
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,63
VALOR OFERTADO		2,63

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N.8 Análisis de precios unitarios para la mezcla de los tratamientos

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00
MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
	EOE				
PEON	2	1,00	2,78	2,78	0,003
SUBTOTAL N					0,01
MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
RESIDUOS SOLIDOS URBANOS	KG	5,650	0,00	0,00	
CENIZA VOLCANICA	KG	5,650	0,00	0,00	
SUELO POBRE M.O.	KG	2,830	0,00	0,00	
RECIPIENTE PLASTICO DE 120 LTS	U	0,050	0,75	0,04	
AGUA	LTS	6,000	0,00	0,00	
SUBTOTAL O					0,04
TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0,05
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00	0,00
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,05
VALOR OFERTADO		0,05

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N.9 Análisis de precios unitarios para la activación de microorganismos eficientes

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNA L/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EOE2	1,00	2,78	2,78	0,050	0,14
SUBTOTAL N					0,14
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
CANTENEDOR PLASTICO DE 120 LTS	U	0,050	0,75	0,04	
AGUA	LTS	6,000	0,00	0,00	
MELAZA	LTS	0,050	0,79	0,04	
MICROORGANISMOS EFICIENTES	LTS	0,050	5,29	0,26	
SUBTOTAL O					0,34
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,49
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00 0,02
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,51
VALOR OFERTADO	0,51

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N.10 Análisis de precios unitarios para análisis físico-químicos

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,15
LABORATORIO	1,00	50,00	50,00	1,000	50,00
SUBTOTAL M					50,15
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNA L/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
LABORATORISTA EOC1	1,00	3,00	3,00	1,000	3,00
SUBTOTAL N					3,00
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
REACTIVOS PARA ANÁLISIS	GLOB	1,000	150,00	150,00	
SUBTOTAL O				150,00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0,00	

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	203,15
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00 10,16
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	213,31
VALOR OFERTADO	213,31

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N.11 Análisis de precios unitarios para tarifa de equipos

DESCRIPCION	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	4,40		4,40
Laboratorio	50,00	1,00	50,00
		TOTAL:	54,40

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N.12 Análisis de precios unitarios para costos de materiales

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
AGUA	LTS		8.547,60	
CANTENEDOR PLASTICO DE 120 LTS	U	0,75	21,23	15,92
CENIZA VOLCANICA	KG		5.650,00	
COMPOSTERA 30 * 40	U	2,50	71,00	177,50
MELAZA	LTS	0,79	21,23	16,77
MICROORGANISMOS EFICIENTES	LTS	5,29	21,23	112,31
REACTIVOS PARA ANÁLISIS	GLOB	150,00	1,00	150,00
RECIPIENTE PLASTICO DE 120 LTS	U	0,75	50,00	37,50
RESIDUOS SOLIDOS URBANOS	KG		5.650,00	
SUELO POBRE M.O.	KG		2.830,00	
			TOTAL:	510,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N.13 Análisis de precios unitarios para costos de mano de obra

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
LABORATORISTA	EOC1	3,00	1,00	3,00
PEÓN	EOE2	2,78	24,23	67,36
			TOTAL:	70,36

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla N.14 Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios finales

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
01	Construcción de composteras	U	71,00	2,63	186,73
05	Mezcla para tratamiento	Kg	1.000,00	0,05	50,00
13	Activación de microorganismos eficientes	LTS	424,60	0,51	216,55
14	Análisis físico-químicos	U	1,00	213,31	213,31
				TOTAL:	666,59

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

De acuerdo a este análisis se observa que el kg de bocashi doméstico tendría un costo de producción de 0.66 USD/kg, valor mayor que el costo de otros insumos orgánicos mostrados en la tabla N.15; sin embargo hay que recalcar que las características físico químicas de bocashi propuesto (doméstico) son

mejores que los del comercial, lo cual hace factible esta propuesta de obtención a nivel casero.

Tabla N.15 Comparación de costos del abono orgánico (bocashi) con abonos orgánicos comerciales

Abono Orgánico	Cantidad	Costo (USD)
Bocashi doméstico	1 kg	0,66
Bocashi comercial	1 kg	0,27
Gallinasa	1 Kg	0,17
Humus	1 Kg	0,23
Compost	1 Kg	0,20

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

6.7 Fundamentación

Texto Unificado de Legislación Ambiental (TULAS 2009) Libro VI Anexo 2 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS sección 4.3 Norma técnica de evaluación agrológica del suelo.

El ente encargado de la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Ambato es la Empresa Pública Municipal para la Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato (EPM-Gidsa), cuya orientación es la provisión equitativa a toda la población, de las condiciones mínimas de calidad, continuidad y cobertura de los servicios de limpieza y aseo, mejorando así las condiciones de bienestar y contribuyendo de manera integral con otras acciones que involucra a los varios sectores ciudadanos, en la mejora de la calidad de vida de la comunidad.

6.8 Metodología

Según el diagrama de flujo del Anexo D-3, se sugiere la implementación de la siguiente metodología:

Tabla N.16 Modelo Operativo (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Impartir charlas formativas a 20 familias por semana durante 3 meses.	Concientización de las familias de Ambato mediante charlas en centros educativos.	Profesores, estudiantes, personal del Municipio.	Económicos Humanos (Técnicos)	5000	3 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Recolectar 1 ton de residuos orgánicos	Recolección de residuos sólidos domiciliarios	Investigador, personal del Municipio	Humanos Técnicos Económicos	2000	3 mes
3. Implementación de la propuesta	Elaboración del abono orgánico	Tratamientos de los residuos sólidos domiciliarios	Investigador, personal del Municipio	Humanos Técnicos Económicos	2000	3 meses
4. Evaluación de la propuesta	Caracterización físico-químico del abono orgánico	Control de calidad	Investigador, personal del Municipio	Humanos Técnicos Económicos	1000	1 mes

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

6.9 Administración

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. MSc. María Teresa Pacheco, Egda. María Daniela Garcés Moncayo y encargados de proyectos municipales de tratamiento de desechos de la ciudad de Ambato.

Tabla N.17 Administración de la Propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Cantidad diaria de residuos existentes en el Relleno Sanitario de Ambato.	235 ton de desechos /día	234 ton de desechos /día	Concientización mediante charlas formativas. Recolección de desechos. Tratamiento biológico. Control de calidad.	Ing. MSc. María Teresa Pacheco, Egda. María Daniela Garcés Moncayo y encargados de proyectos municipales de tratamiento de desechos de la ciudad de Ambato.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

6.10 Previsión de la evaluación

Tabla N.18 Previsión de la evaluación

¿Quiénes solicitan evaluar?	-Municipio de Ambato -Consumidores
¿Por qué evaluar?	-Verificar la calidad del producto final -Corregir errores en la tecnología de elaboración
¿Para qué evaluar?	-Determinar la tecnología adecuada para la obtención del abono orgánico (bocashi)
¿Qué evaluar?	-Tecnología utilizada. -Materias primas. -Resultados obtenidos -Producto terminado
¿Quién evalúa?	-Director del proyecto -Tutor -Calificadores
¿Cuándo evaluar?	-Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	-Mediante instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	-Experimentación. -Normas establecidas

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

MATERIAL DE REFERENCIA

Bibliografía

Adani F., Ubbiali C., Generini P. 2006. The determination of biological stability of composts using the Dynamic respiration index: The results of experience after two years. *Waste Management* 26: 41- 48.

Álvarez, R y Álvarez CR. 2000. Soil organic matter pools and their association with carbon mineralization kinetics. *Soil Sci.Soc. Am. J.* 64(1): 184-189.

ARMAS S, 2006. Breve acercamiento a la realidad de los residuos sólidos y su disposición final en el Distrito Metropolitano de Quito. Disponible en: http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDoQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.camaraconstruccionquito.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D21%26Itemid%3D58%26lang%3Des&ei=H8UhUevdOs90QHJyIFo&usg=AFQjCNFEAUlkhLyP6koShj7t_IKut9g-LA&bvm=bv.42553238,d.dmQ

Artavia, S., Uribe, L., Saborío, F., Arauz, L., & Castro, L. 2010. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la supresión de *pythium myriotylum* en plantas de tiquisque. *Agronomía Costarricense.* 34(1), 17-29.

Atlas, R, Bartha, R. 2002. *Ecología microbiana y Microbiología ambiental* Madrid: Prentice Hall. 58 pp.

Beare, MH; ML Cabrera; PF Hendrix & DC Coleman. 1994. Aggregate protected and unprotected organic matter pools in conventional and no-tillage soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 787-795

Bejarano, H 2005 *Elaboración, uso y manejo de los abonos orgánicos* Chocó: Universidad Tecnológica del Chocó.

Blevins, RL & WW Frye. 1993. Conservation tillage: an ecological approach to soil management. *Adv. Agron.* 51: 33-78.

Bollen G.J. 1993. Factors involved in inactivation of plant pathogens during composting of crop residues, pp. 301-318. In: H.A.J. Hoitink y H.M. Keener (eds). *Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects*. Renaissance Publications.

Bovi M.L.A., SPIERING S.H., BARBOSA A.M.M. 1999. Densidade radicular de progênies de pupunheira em função de adubação de NPK. *Horticultura Brasileira* 17(3): 186–193.

Büttner R., Dellino P. y Zinranowski B. 1999. Identifying magma – water interaction from the surface features of ash particles. *Nature*, Vol., 401, No. 6754, pp. 688-690.

Cambardella, CA & ET Elliott. 1992. Particulate soil organic matter. Changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56(3): 777-783.

Carter, MR. 2002. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. *Agron. J.* 94: 38-47.

Castro Et al. 2009. Capacidad de suministro de n, p y k de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 33(1): 31-43. ISSN:0377-9424 / 2009 *Agronomía Costarricense*. 2009, Vol. 33 Issue 1, p31-43. 13p. 8 Charts, 1 Graph.

Composting council research and education foundation (ccref) 2001. *Test Methods for the Examination of Composting and Compost (TMECC)*. Houston, USA. United States Composting Council (USCC), USDA. 2001, August 21

Chefetz B., Hatcher P.G., Hadar Y., Chen Y. 1996. Chemical and biological characterization of organic matter during composting of municipal solid waste. *Journal of Environment Quality* 25:776-785

Chen Y., Inbar Y. 1993. Chemical and spectroscopical analyses of organic matter transformations during composting in relation to compost maturity, pp. 551-600. In: H.A.J. Hoitink y H.M. Keener (eds). Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects. Renaissance Publications.

Cremona, M. 2013. La ceniza volcánica y los suelos de la región. Laboratorio de suelos y aguas INTA Bariloche.

Collazos, Héctor. 2008. Diseño y operación de rellenos sanitarios. Tercera Edición. Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 240 pp. ISBN: 978-958-8060-73-6.

Corbitt, Robert A. 2003. Manual de referencia de la ingeniería ambiental. España. McGrawHill. 1037 p. ISBN: 84-481-3596-2.

Diénez F., Santos M., Tello J.C. 2007. Suppressive effects of grape marc compost on phytopathogenic oomycetes. Archives of Phytopathology and Plant Protection 40:1-18

Eiza, MJ; N Fioriti; GA Studdert & HE Echeverría. 2005. Fracciones de carbono orgánico en la capa arable: efecto de los sistemas de cultivo y de la fertilización nitrogenada. Ci. Suelo 23: 59-67.

Escamiroso Lorenzo Franco. 1995. "Manejo de los residuos sólidos domiciliarios: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas" Editorial Plaza y Valdes. 17-21 pp.

Escamiroso Lorenzo Franco. 2001. Manejo de los residuos sólidos domiciliarios: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Editorial Plaza y Valdes. 11-13 pp.

Echeverría, HE & HR Sainz Rozas. 2005. Maíz. En: HE Echeverría y FO García (eds.). Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. INTA, Balcarce, AR. Pp. 255-282.

Elliott, ET. 1986. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 627-633

ESTRADA, Julian. 1991. Pastos y forrajes. 1 Edición. Manizales, Universidad de Caldas – Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia 196 pp.

Fabrizzi, KP; A Morón & FO García. 2003. Soil carbon and nitrogen organic fractions in degraded vs. non-degraded Mollisols in Argentina. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67(6): 1831-1841

Francisco, A., & Rodríguez, Y. 2010. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en santo domingo oeste, provincia santo domingo, (I). *Ciencia Y Sociedad*, 35(4), 566-587.

Franzluebbers, AJ & MA Arshad. 1997. Particulate organic carbón content and potential mineralization as affected by tillage and texture. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 1382-1386.

Franzluebbers, AJ. 1999. Potential C and N mineralization and microbial biomass from intact and increasingly disturbed soils of varying texture. *Soil Biol. Biochem.* 31: 1083-1090.

Fernández–Pascual M., N. De María, M. R. De Felipe. 2002. Fijación biológica de nitrógeno: Factores limitantes: En Fernández Balladares (Editor). *Ciencias y Medio Ambiente*. Toledo. CSIC.

Galantini, J & R Rosell. 2006. Long-term fertilization effects on soil organic matter quality and dynamics under different production systems in semiarid Pampean soils. *Soil Till. Res.* 87: 72-79.

García C.; T. Hernández F. Costa and A. Polo. 1991. Humin Substances in composted sewage sludge. *Wastes management and research.* 9: 189-194

García A. 2005. Propiedades físicas del suelo. Universidad de Extremura. Disponible en: <http://www.unex.es/edafo/index.htm> (Consultado Diciembre 2012)

Gregroich, EG & HH Janzen. 1996. Storage of soil carbon in the light fraction and macroorganic matter. Pp. 167-190. En: MR Carter & BA Stewart (eds.) Structure and organic matter storage in agricultural soil. Lewis Publishers. CRC Press. Boca Raton, Florida, EE.UU.

Gregorich, EG; MH Beare; UF McKim & JO Skjemstad. 2006. Chemical and biological characteristics of physically uncomplexed organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J.70(3): 975-985.

Gómez Bernal 2013. La microbiología de suelos en el ecuador: situación actual de la investigación. Disponible en: <http://www.secsuelo.org/XCongreso/Simposios/Mircrobilogia/Magistrales/1.%20La%20Microbiologia%20de%20Suelos.pdf>

Gómez-Brandón M., Lazcano C., Domínguez J. 2008. The evaluation of stability and maturity during the composting of cattle manure. Chemosphere 70:436-444

Hez., Yang. X, Kahn B.A., Stoffella P.J., Calvert D.V. 2000. Plant nutrition benefits of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and micronutrients from compost utilization. In: P.J. Stoffella, Kahan B.A. Compost utilization in horticultural cropping systems. Boca Raton. Lewis Publ. 307-320 p

Hernández, M.T.; J.I Moreno; Costa; F. J. Gonzalez-Vila and R. Frund. 1990. Structural features of humic acid like substances from sewage sludge. Soil Sci. 149:63-68.

Hoitink H.A.J., Stone A.G., Han D.Y. 1997. Supresión de enfermedades mediante compost. Agronomía Costarricense 21(1):25-33

INTI, 2013, Proyecto de compostaje domiciliario Córdoba instructivo para la construcción de una COMPOSTERA. Disponible: <http://www.inti.gob.ar/compostajedomiciliario/pdf/piloto/DTLS5.pdf>

Janzen, HH; CA Campbell; RC Izaurralde; BH Ellert; N Juma; WB McGill & RP Zentner. 1998. Management effects on soil C storage on the Canadian prairies. *Soil Tillage Res.* 47: 181-195.

Janzen, HH. 2006. The soil carbon dilemma: shall we hoard it or use it?. *Soil biol. Biochem.* 38: 419-424

Leblanc, H. Cerrato, M. Vélex, L. 2005. Comparación del contenido de nutrientes de bokashis elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr>

López-Vera. I. 1991. Contaminación de las aguas subterráneas, MOPU, Unidades Temáticas Ambientales de la Secretaria General del Medio Ambiente. Madrid.

Mikha, MM & CW Rice. 2004. Tillage and manure effects on soil and aggregate-associated carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 809-816.

Molina E.A. 2000. Manual de suelos y nutrición de pejibaye para palmito. San José, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo 42 pp.

Moncayo Romero, Gabriel. 2007. Auditoría ambiental inicial del relleno sanitario. Ambato, 264 pp.

Muñoz Rodríguez, Marcelo. 2008. Manual de manejo de residuos sólidos urbanos. Programa de apoyo a la gestión descentralizada de los recursos naturales en las tres provincias del norte del Ecuador – PRODERENA. Quito. Impremedios S.A. 150 pp.

Nanzyo M. (2004). Unique properties of volcanic ash soils, Global Environmental Research Vol.6, No.2. Association of International Research Initiatives for Environmental Studies (AIRIES), Japan.

OPS-OMS,. 2002. Análisis sectorial de residuos sólidos – Ecuador. 113 pp

Paul E.A., Clark F.E. 1996. Soil Microbiology and Biochemistry. 2° ed. Academic Press, California. 340 p.

Pérez, M., Baker, A., Garriga, I., Chávez, P., Basulto, A., Abreu, M., & Fonseca, M. 2010. Compost a partir de residuos de cosechas y alternativas que mejoran su calidad. Revista Centro Agrícola, 37(2), 75-80.

Puertas et al, 2009. “efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el establecimiento de *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* en el sustrato y la rizosfera de plantas de tomate. Revista de Proteccion Vegetal. 2009, Vol. 24 Issue 3, p162-165. 4p.

Quantin P. 1986. Properties and genesis of Andisols. Pédologue ORSTOM, 70-74, Vol. XXII, No. 1, pp. 105-111.

Quiroga, A & D Funaro. 2003. Indicadores de calidad de suelos. Homepage: <http://www.aacrea.org.ar/soft/nro275.htm#notatapa>.

Quiroga, A & D Funaro. 2004. Materia orgánica, factores que condicionan su utilización como indicador de la calidad en molisoles de las regiones semiárida y subhúmeda pampeana. XIX C.A.C.S., Paraná. Resumen pág. 476, trabajo en CD-ROM.

Rojas Aguilera, J., Salazar, R., Sepúlveda Ahumada, M., Conejeros, M., & Malfanti, I. 2006. Residuos sólidos domiciliarios: logística, una herramienta moderna para enfrentar este antiguo problema. *Revista Ingeniería Industrial*, 5(1), 77-87.

Rodríguez et al, 2012 Contenido de metales pesados en abonos orgánicos, sustratos y plantas cultivadas en organopónicos. Cultivos Tropicales. 2012, Vol. 33 Issue 2, p5-12. 8p.

Six, J; H Bossuyt; S Degryze & K Deneff. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. Soil Tillage Res. 79(1): 7-31.

Studdert, G & HE Echverría. 2000. Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 1496-1503

Suárez-Estrella F., Vargas-García C., López M.J., Capel C., Moreno J. 2007. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum f.sp.melonis* Crop Protection 26:46-53.

SHINTANI, M. 2000. Bokashi (Abono Orgánico Fermentado). 1a ed. Limón, Costa Rica. Edit Earth. pp. 9, 10, 15, 18

Shoji S., Nanzyo M. y Dahlgren R.A. 1993. Volcanic Ash Soils: genesis, properties and utilization. Elsevier.

Tamayo García, Guido Gerardo. 2009. Estudio inicial de la generación de residuos sólidos en el cantón Ambato. Quito. 103 pp. Tesis (Ingeniero Ambiental). Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Tchobanoglous George, et. al. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. España. McGraw-Hill. 1994. 1107 pp. ISBN: 0-07-063237-5.

Tufekcioglu. A., Raich J.W., Isenhardt T.M., Schultz R.C. 1999. Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in Central Iowa, USA. Agroforestry Systems 44: 163-174.

Vance E.D., Nadkarnin. M. 1992. Root biomass distribution in a moist tropical montane forests. *Plant and soil* 142: 31-39.

Vega F.V.A., Bovi M.L.A., Godoy JR., Berton R.S. 2005. Lodo de esgoto e sistema readicular da pupunheira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29: 59-268.

Wander, MM & MG Bidart. 2000. Tillage practice influences on the physical protection, bioavailability and composition of particulate organic matter. *Biol. Fertil. Soils*. 32(5): 360-367

Weil, RR & F Magdoff. 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. Pp. 1-43. In: K Magdoff & RR Weil (eds.) *Soil organic matter in sustainable agriculture*. CRC Press, Boca Raton, EE.UU.

Williams, JD; CR Crozier; JG White; RP Sripada & DA Crouse. 2007a. Comparison of soil nitrogen tests for corn fertilizer recommendations in the Humid Southeastern USA. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71: 171-180

WU L., MA L.Q., MARTINEZ G.A. 2000. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. *Journal of Environmental Quality* 29:

Wohletz K y Krinsley, D, 1982, Scanning electron microscopy of basaltic hydromagmatic ash. Los Alamos National Laboratory Report, LA-UR 82-14, pp. 33-43.

ANEXO A

**RESPUESTAS
EXPERIMENTALES**

CONTROL DEL pH EN BASE AL TIEMPO EN SEMANAS DURANTE EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

Tabla A-1: Valores de pH de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0	8	8,31	6,52	6,88	6,14	6,27	7,13	7,01	7,59	7,39	7	7,13	7,21	7,23
a0b1	8,33	8,41	5,46	5,32	5,77	5,86	7,1	7,27	8,36	7,99	7,23	7,25	7,25	7,26
a1b0	7,55	7,16	4,81	4,63	5,31	5,23	8,02	8,35	8,07	7,79	7,45	7,51	7,12	7,13
a1b1	7,41	6,56	6,69	6,71	5,96	5,87	7,44	7,96	7,86	8,02	7,55	7,59	7,25	7,28
a2b0	6,71	7,29	5,27	5,35	6,27	5,91	8,24	8,92	8,26	8,53	7,81	7,83	7,51	7,56
a2b1	7,39	7,61	5,95	5,85	6,29	6,28	8,76	8,33	8,14	8,35	7,9	7,82	7,41	7,43
a3b0	6,62	7,7	4,37	4,54	4,98	4,83	8,89	8,53	7,48	7,65	7,32	7,29	7,16	7,14
a3b1	7,1	6,86	6,82	6,64	6,52	6,78	8,33	8,72	8,28	8,47	7,82	7,89	7,26	7,26
a4b0	7,53	7,48	5,72	5,83	6,37	6,52	8,44	8,66	8,47	8,34	7,68	7,61	7,36	7,38
a4b1	7,07	6,6	4,99	4,96	5,39	5,41	7,67	7,31	8,91	8,72	7,14	7,21	7,02	7,05

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla A-2: Valores de pH promedios de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
a0b0	8,16	6,70	6,21	7,07	7,49	7,07	7,22
a0b1	8,37	5,39	5,82	7,19	8,18	7,24	7,26
a1b0	7,36	4,72	5,27	8,19	7,93	7,48	7,13
a1b1	6,99	6,70	5,92	7,70	7,94	7,57	7,27
a2b0	7,00	5,31	6,09	8,58	8,40	7,82	7,54
a2b1	7,50	5,90	6,29	8,55	8,25	7,86	7,42
a3b0	7,16	4,46	4,91	8,71	7,57	7,31	7,15
a3b1	6,98	6,73	6,65	8,53	8,38	7,86	7,26
a4b0	7,51	5,78	6,45	8,55	8,41	7,65	7,37
a4b1	6,84	4,98	5,40	7,49	8,82	7,18	7,04

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo
b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

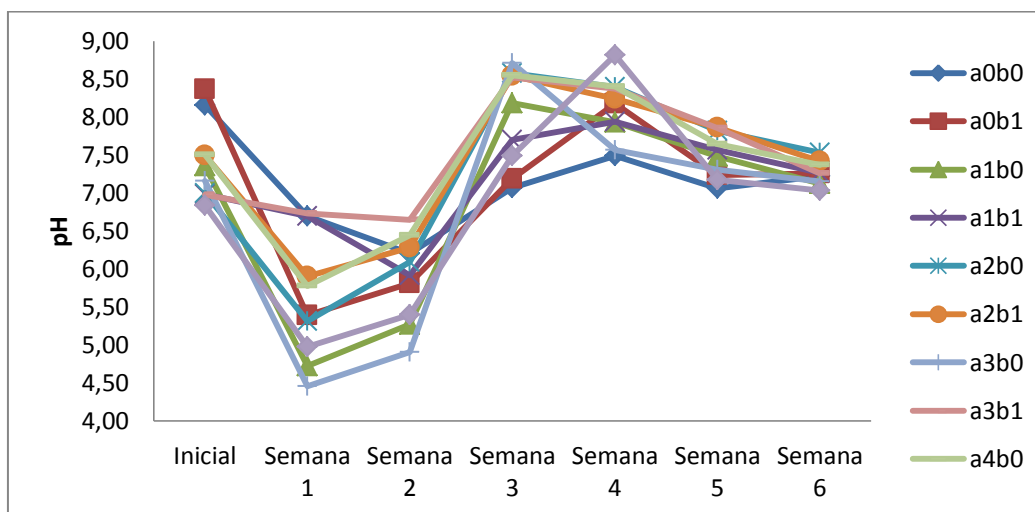


Figura A-1: Evolución del pH en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

CONTROL DE LA TEMPERATURA EN BASE AL TIEMPO EN DÍAS DURANTE EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

Tabla A-3: Valores de temperatura (°C) de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Día 1		Día 3		Día 5		Día 8		Día 10		Día 12		Día 15		Día 17		Día 19		Día 22		Día 24		Día 26		Día 29		Día 31		Día 33		Día 36	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0	18,3	18,4	25,2	25,3	23,1	23,2	21,8	21,7	20,8	20,7	19,7	19,5	19,7	19,5	19,7	19,5	18,3	18,5	17,9	17,8	17,2	17,3	17,1	17,1	16,8	16,8	17,1	17,1	17	17	17	16,8
a0b1	19,5	19,3	26,8	26,8	23,5	23,6	22,6	22,5	21,4	21,6	20,3	20,4	20,3	20,4	20,3	20,4	19,3	19,3	18,1	18,3	17,9	17,9	17,8	17,7	17	17,4	17,2	17,6	17	16,6	16,5	16,5
a1b0	20,8	20,9	30,8	30,8	42,9	42,8	46,8	46,9	49,2	49,6	51,3	51,2	55,1	55,1	51,3	51,2	48,3	48,4	46,5	46,5	38,1	38,1	30,3	29,9	26	26,4	24,3	24,3	23,8	23,8	22,9	22,9
a1b1	22,3	22,5	32,4	32,7	46,6	46,6	46,8	46,7	49,7	49,7	51,6	51,8	53,2	53,2	50,6	50,8	48,9	49,3	48,1	48,1	43,1	43,1	35,6	35,6	25,1	25,5	25,1	25,1	26,1	26,1	25	25
a2b0	19,5	19,7	30,1	30,5	42,8	42,7	47,3	47,4	53,2	53,1	52,3	52,5	50,6	51	52,3	52,5	45,2	45,4	41,5	41,1	37,4	37,6	33,2	33,6	24,9	24,9	23,5	23,9	23,1	23,9	22,4	22,8
a2b1	19,1	19,4	32,7	32,7	45,1	45,1	48,5	48,5	50	50,2	52,8	52,7	53,8	53,7	52,8	52,7	49,3	49,3	47,4	47,8	38,4	38,8	36,9	36,5	29,6	29,6	28,9	28,5	26,8	26,8	25,1	25,1
a3b0	22,1	22,3	32,9	32,7	43,1	43,2	47,1	47	50,3	50,3	55,7	55,7	52,7	52,7	52,7	52,7	46,7	46,7	40,4	40,8	34,5	34,1	29,2	29,6	24,7	24,9	23,1	23,9	22,8	22,8	22,3	21,9
a3b1	23,1	23,4	34,2	34,6	44,4	44,3	47,2	47,2	48,5	48,7	53,1	52,8	54,1	54,5	52,1	52,1	45,8	45,4	44,7	44,7	40,5	40,7	36,2	36,2	29,5	29,9	28,6	28,6	27,5	27,9	26,3	26,5
a4b0	22,4	22,6	35,7	35,9	43,1	43,2	46,9	46,9	49,5	49,6	52,7	52,9	52,7	52,9	52,7	52,9	47,9	48	42,1	42,1	37,6	37,6	31,8	31,4	23,2	23,2	25,6	25,2	26,1	26,1	25,3	25,3
a4b1	24,8	24,7	33,5	33,7	44,2	44,2	47,6	47,3	50,4	50,2	56,1	56,3	53,1	53	50,1	50,1	47,7	47,7	44,1	43,7	39,8	39,4	31,9	31,9	26,2	26,6	25,1	25,1	22,3	22,3	23,1	23,1

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo
b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla A-4: Valores de temperatura (°C) promedios de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Día 1	Día 3	Día 5	Día 8	Día 10	Día 12	Día 15	Día 17	Día 19	Día 22	Día 24	Día 26	Día 29	Día 31	Día 33	Día 36
a0b0	18,35	25,25	23,15	21,75	20,75	19,6	19,6	19,6	18,4	17,85	17,25	17,1	16,8	17,1	17	16,9
a0b1	19,4	26,8	23,55	22,55	21,5	20,35	20,35	20,35	19,3	18,2	17,9	17,75	17,2	17,4	16,8	16,5
a1b0	20,85	30,8	42,85	46,85	49,4	51,25	55,1	51,25	48,35	46,5	38,1	30,1	26,2	24,3	23,8	22,9
a1b1	22,4	32,55	46,6	46,75	49,7	51,7	53,2	50,7	49,1	48,1	43,1	35,6	25,3	25,1	26,1	25
a2b0	19,6	30,3	42,75	47,35	53,15	52,4	50,8	52,4	45,3	41,3	37,5	33,4	24,9	23,7	23,5	22,6
a2b1	19,25	32,7	45,1	48,5	50,1	52,75	53,75	52,75	49,3	47,6	38,6	36,7	29,6	28,7	26,8	25,1
a3b0	22,2	32,8	43,15	47,05	50,3	55,7	52,7	52,7	46,7	40,6	34,3	29,4	24,8	23,5	22,8	22,1
a3b1	23,25	34,4	44,35	47,2	48,6	52,95	54,3	52,1	45,6	44,7	40,6	36,2	29,7	28,6	27,7	26,4
a4b0	22,5	35,8	43,15	46,9	49,55	52,8	52,8	52,8	47,95	42,1	37,6	31,6	23,2	25,4	26,1	25,3
a4b1	24,75	33,6	44,2	47,45	50,3	56,2	53,05	50,1	47,7	43,9	39,6	31,9	26,4	25,1	22,3	23,1

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

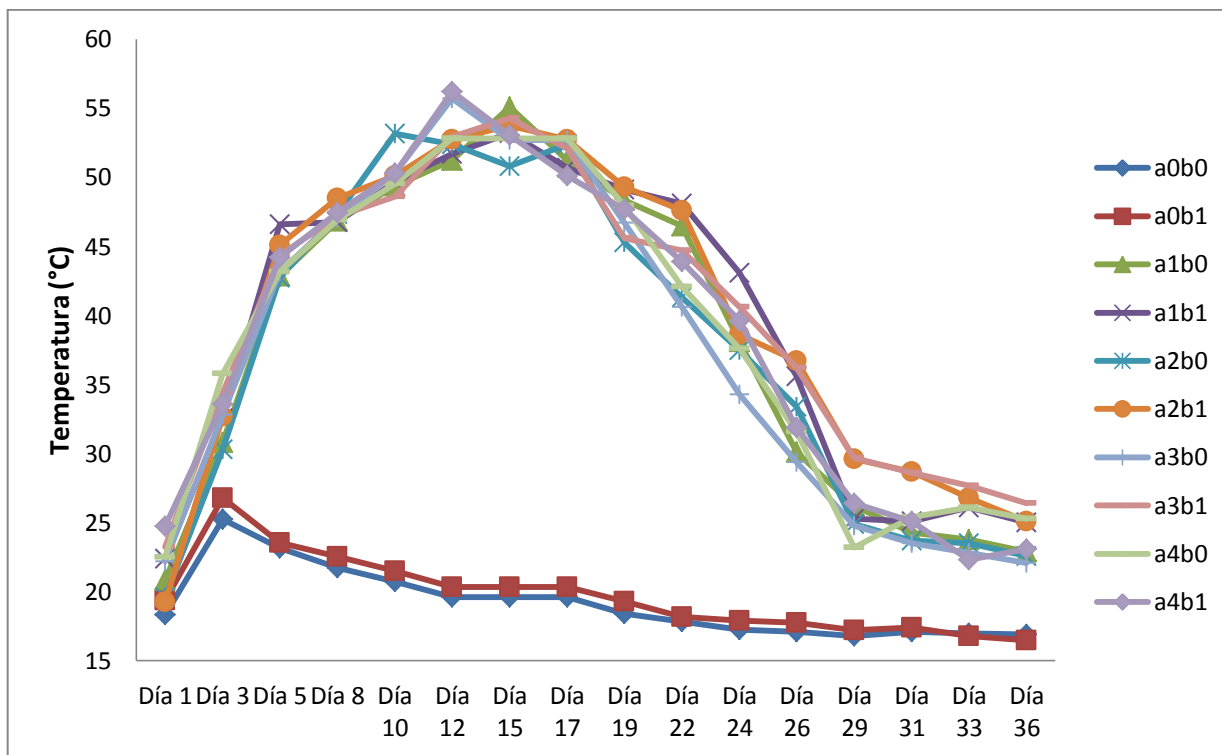


Figura A-2: Evolución de la temperatura en relación al tiempo en días.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

CONTROL DE HUMEDAD EN BASE AL TIEMPO EN SEMANAS DURANTE EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

Tabla A-5: Valores de Humedad (%) de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0	3,19	3,19	19,97	21,34	21,28	21,09	18,14	17,83	14,24	15,70	16,58	16,23	12,32	13,00
a0b1	3,19	3,19	20,73	19,77	19,52	20,17	17,69	15,06	15,18	13,61	16,72	18,06	13,14	12,81
a1b0	51,49	60,69	63,31	51,61	55,20	53,63	53,55	57,11	54,26	59,04	50,70	57,56	50,82	60,64
a1b1	56,69	64,52	53,75	57,96	56,29	53,94	59,88	58,31	50,45	60,04	58,70	50,44	55,89	51,87
a2b0	55,05	65,14	51,06	56,17	58,32	56,76	69,30	58,08	51,40	56,50	56,74	56,82	52,31	51,17
a2b1	66,60	60,32	54,05	52,60	56,22	51,96	63,58	58,55	54,79	52,00	52,82	53,43	55,94	56,02
a3b0	57,25	56,92	60,18	50,78	53,94	51,43	51,63	50,34	53,27	57,70	56,19	55,00	58,74	61,21
a3b1	64,83	66,43	56,64	56,47	52,68	67,97	53,71	56,47	50,05	52,28	51,61	51,14	51,60	50,47
a4b0	53,32	56,68	56,46	63,77	54,48	52,78	59,10	59,23	51,27	57,67	50,96	51,31	58,96	56,30
a4b1	66,86	65,21	50,53	60,37	57,23	57,85	60,28	53,91	57,18	51,78	60,14	54,71	52,77	54,96

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla A-6: Valores de Humedad (%) promedios de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
a0b0	3,19	20,65	21,19	17,99	14,97	16,41	12,66
a0b1	3,19	20,25	19,84	16,38	14,39	17,39	12,98
a1b0	56,09	57,46	54,42	55,33	56,65	54,13	55,73
a1b1	60,60	55,86	55,11	59,10	55,25	54,57	53,88
a2b0	60,09	53,62	57,54	57,54	53,95	56,78	51,74
a2b1	63,46	53,33	54,09	61,06	53,40	53,12	55,98
a3b0	57,09	55,48	52,68	52,68	55,49	55,60	59,98
a3b1	65,63	56,55	60,33	55,09	51,16	51,38	51,03
a4b0	55,00	60,12	53,63	59,17	54,47	51,13	57,63
a4b1	66,03	55,45	57,54	57,09	54,48	57,42	53,87

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo
b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

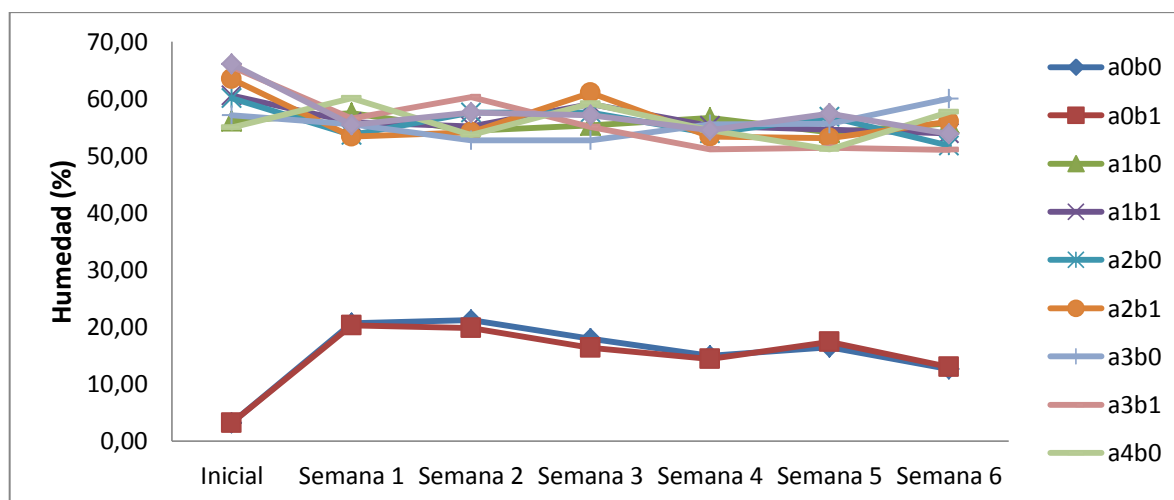


Figura A-3: Control de Humedad en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

CONTROL DE MATERIA ORGÁNICA EN BASE AL TIEMPO EN SEMANAS DURANTE EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

Tabla A-7: Valores de Materia Orgánica (%) de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0	3,19	3,19	1,92	1,97	2,25	1,96	1,30	1,18	0,92	1,18	1,62	1,36	1,62	1,67
a0b1	3,19	3,19	1,98	2,18	2,26	1,90	1,16	1,54	1,29	1,19	1,16	1,35	1,26	1,28
a1b0	77,23	78,98	15,42	15,79	12,55	12,75	5,34	5,56	6,69	6,76	8,62	8,50	6,03	5,94
a1b1	77,25	78,56	19,56	18,86	14,22	14,29	7,10	7,41	10,15	10,13	9,29	9,64	7,27	7,36
a2b0	35,25	34,06	12,77	12,41	4,48	4,45	1,75	1,73	2,58	2,19	2,65	2,54	2,63	2,52
a2b1	41,75	40,48	13,43	13,94	5,59	5,82	2,55	2,08	2,13	2,92	3,65	3,24	2,35	2,32
a3b0	54,43	54,58	14,08	14,10	8,64	8,27	2,64	2,66	3,44	3,41	3,05	3,83	2,86	2,91
a3b1	76,62	76,90	17,25	17,30	7,38	7,62	3,95	3,42	5,57	5,67	5,71	5,39	4,69	4,10
a4b0	74,41	74,73	14,69	14,15	6,57	6,79	5,07	5,00	5,28	5,24	5,29	5,51	5,29	5,07
a4b1	75,00	75,15	22,31	22,51	11,64	11,41	5,80	5,48	6,29	6,35	6,91	6,75	5,46	5,50

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

Tabla A-8: Valores de Materia Orgánica (%) promedios de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
a0b0	3,19	1,94	2,10	1,24	1,05	1,49	1,64
a0b1	3,19	2,08	2,08	1,35	1,24	1,25	1,27
a1b0	78,10	15,60	12,65	5,45	6,73	8,56	5,98
a1b1	77,90	19,21	14,25	7,25	10,14	9,47	7,31
a2b0	34,66	12,59	4,47	1,74	2,38	2,60	2,57
a2b1	41,11	13,69	5,70	2,31	2,53	3,45	2,33
a3b0	54,50	14,09	8,45	2,65	3,43	3,44	2,88
a3b1	76,76	17,28	7,50	3,69	5,62	5,55	4,40
a4b0	74,57	14,42	6,68	5,03	5,26	5,40	2,57
a4b1	75,07	22,41	11,52	5,64	6,32	6,83	5,48

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

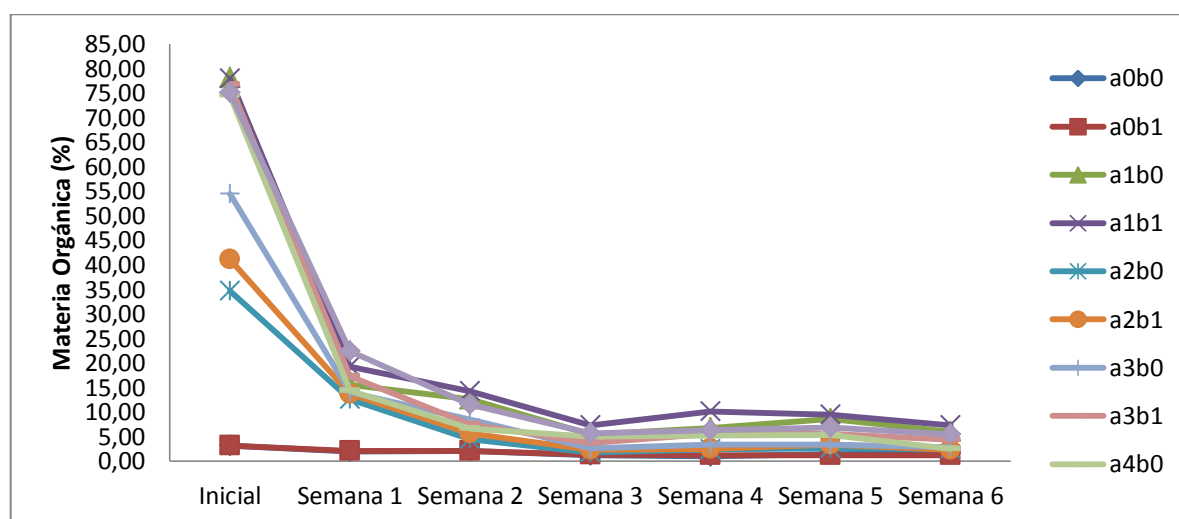


Figura A-4: Evolución de materia orgánica en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

CONTROL DE CARBONO EN BASE AL TIEMPO EN SEMANAS DURANTE EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

Tabla A-9: Valores de Absorbancia de la curva de calibración de Carbono a 586 nm.

Concentración (%)	Absorbancia
0	0
0,5	0,212
1,0	0,404
1,5	0,576
2,0	0,760
2,5	0,939
3,0	1,107
3,5	1,272
4,0	1,451

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

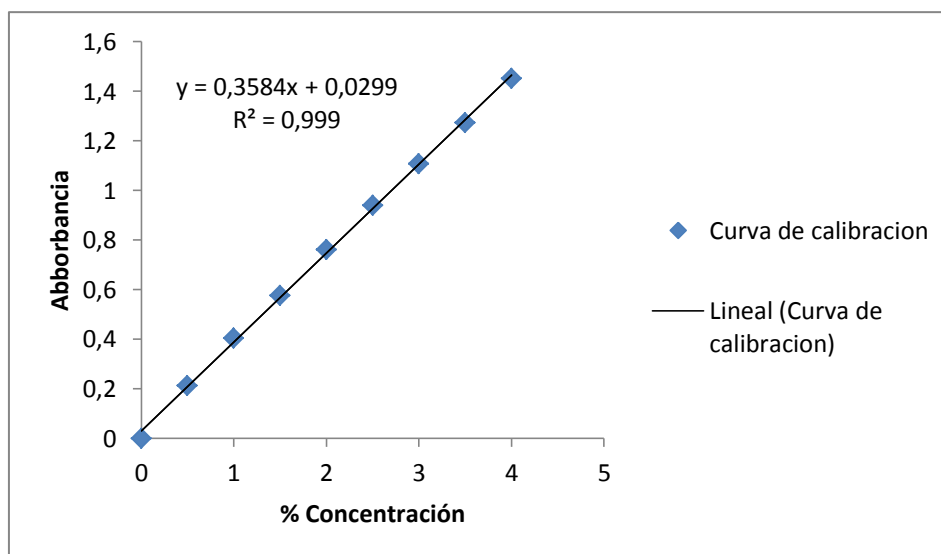


Figura A-5: Curva de calibración utilizando glucosa como estándar a 586 nm.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014

Tabla A-10: Valores de Carbono (%) de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a0b0	0,031	0,040	0,048	0,051	0,020	0,040	0,004	0,006	0,009	0,006	0,009	0,009	0,009	0,006
a0b1	0,029	0,037	1,212	0,037	0,006	0,004	0,084	0,076	0,135	0,126	0,009	0,006	0,004	0,009
a1b0	1,410	1,641	1,812	1,920	1,346	1,421	1,346	1,396	1,346	1,396	1,175	1,175	0,891	1,170
a1b1	2,264	2,677	2,423	2,515	1,471	1,382	0,793	0,989	1,909	2,127	1,912	1,937	1,918	1,937
a2b0	0,617	0,598	0,670	0,553	0,043	0,048	0,082	0,093	1,108	1,095	0,188	0,391	0,405	0,417
a2b1	0,885	0,916	0,963	0,989	0,344	0,341	0,174	0,177	0,294	0,294	0,428	0,433	0,199	0,182
a3b0	1,201	1,120	1,055	1,189	0,492	0,584	0,612	0,606	0,740	0,866	0,590	0,679	0,584	0,687
a3b1	1,742	1,591	0,891	0,857	0,422	0,255	0,785	0,785	1,496	1,533	0,816	0,857	0,821	0,860
a4b0	1,934	2,024	0,824	0,746	0,525	0,578	0,712	0,690	1,058	1,128	0,885	0,737	0,891	0,765
a4b1	1,332	1,362	1,653	1,655	0,997	0,793	0,849	1,055	1,507	1,399	1,580	1,630	1,580	1,625

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla A-11: Valores de Carbono (%) promedios de los tratamientos de bocashi

Tratamientos	Inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
a0b0	0,036	0,050	0,030	0,005	0,008	0,009	0,008
a0b1	0,033	0,624	0,005	0,080	0,131	0,008	0,006
a1b0	1,526	1,866	1,383	1,371	1,371	1,175	1,030
a1b1	2,470	2,469	1,427	0,891	2,018	1,925	1,927
a2b0	0,608	0,612	0,045	0,087	1,102	0,290	0,411
a2b1	0,901	0,976	0,343	0,175	0,294	0,430	0,191
a3b0	1,160	1,122	0,538	0,609	0,803	0,634	0,636
a3b1	1,667	0,874	0,338	0,785	1,514	0,836	0,841
a4b0	1,979	0,785	0,552	0,701	1,093	0,811	0,828
a4b1	1,347	1,654	0,895	0,952	1,453	1,605	1,602

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo
b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

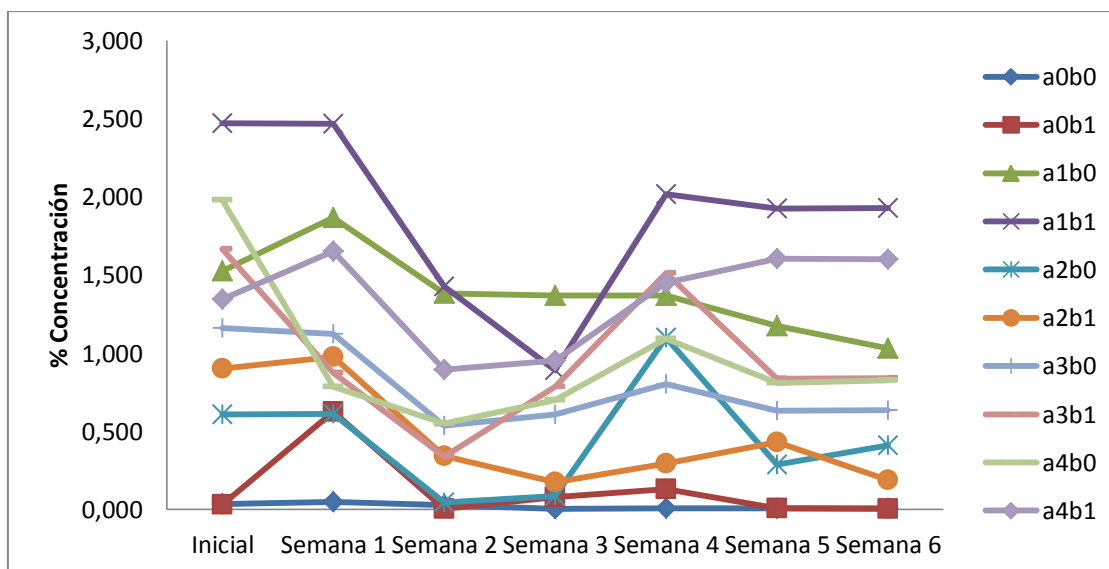


Figura A-6: Evolución de Carbono en relación al tiempo en semanas.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

VARIACIÓN DEL PORCENTAJE NITROGENO AL INICIO Y FINAL DEL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

Tabla A-12: Valores de Nitrógeno (%) de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial		Final	
	R1	R2	R1	R2
a0b0	0,005	0,005	0,042	0,029
a0b1	0,005	0,005	0,028	0,029
a1b0	0,151	0,15	0,172	0,214
a1b1	0,054	0,051	0,269	0,267
a2b0	0,02	0,03	0,086	0,07
a2b1	0,04	0,041	0,056	0,056
a3b0	0,09	0,12	0,071	0,114
a3b1	0,12	0,11	0,114	0,113
a4b0	0,12	0,11	0,13	0,183
a4b1	0,14	0,16	0,27	0,25

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla A-13: Valores de Nitrógeno (%) promedios de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial	Final
a0b0	0,005	0,0355
a0b1	0,005	0,0285
a1b0	0,1505	0,193
a1b1	0,0525	0,268
a2b0	0,025	0,078
a2b1	0,0405	0,056
a3b0	0,105	0,0925
a3b1	0,115	0,1135
a4b0	0,115	0,1565
a4b1	0,15	0,26

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

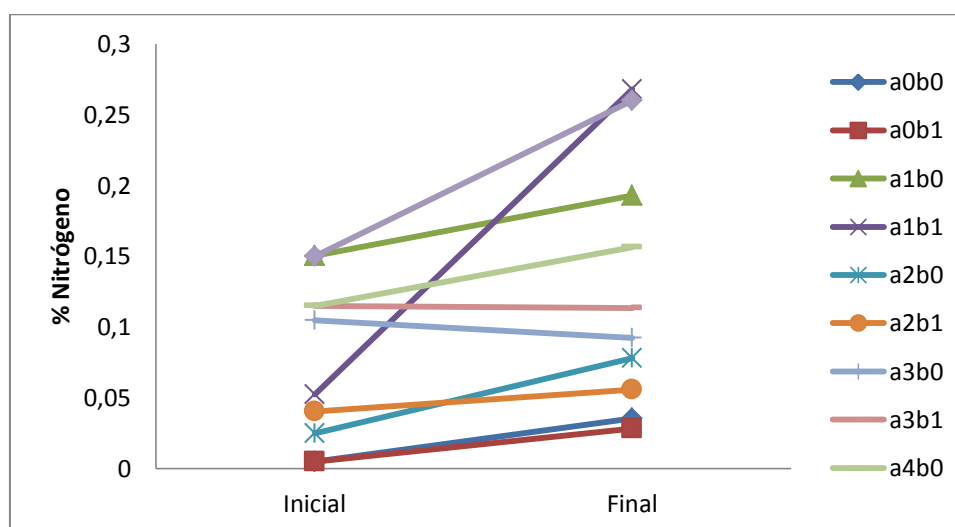


Figura A-7: Evolución de Nitrógeno al inicial y final del proceso.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

**VARIACIÓN DEL PORCENTAJE DE RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO AL
INICIO Y FINAL DEL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DEL ABONO
ORGÁNICO**

Tabla A-14: Valores de relación Carbono/Nitrógeno (%) de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial		Final	
	R1	R2	R1	R2
a0b0	6,297	7,971	0,218	0,220
a0b1	5,739	7,413	0,128	0,316
a1b0	9,337	10,943	5,179	5,467
a1b1	41,919	52,482	7,129	7,255
a2b0	30,871	19,930	4,714	5,950
a2b1	22,132	22,341	3,552	3,253
a3b0	13,340	9,330	8,224	6,028
a3b1	14,516	14,465	7,203	7,612
a4b0	16,120	18,397	6,853	4,182
a4b1	9,512	8,515	5,852	6,499

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla A-15: Valores de relación Carbono/Nitrógeno (%) promedios de los tratamientos de bocashi.

Tratamientos	Inicial	final
a0b0	7,134	0,219
a0b1	6,576	0,224
a1b0	10,137	5,339
a1b1	47,050	7,192
a2b0	24,306	5,269
a2b1	22,238	3,402
a3b0	11,049	6,871
a3b1	14,492	7,406
a4b0	17,209	5,291
a4b1	8,980	6,163

- a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

- b₀ Por tubo
- b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

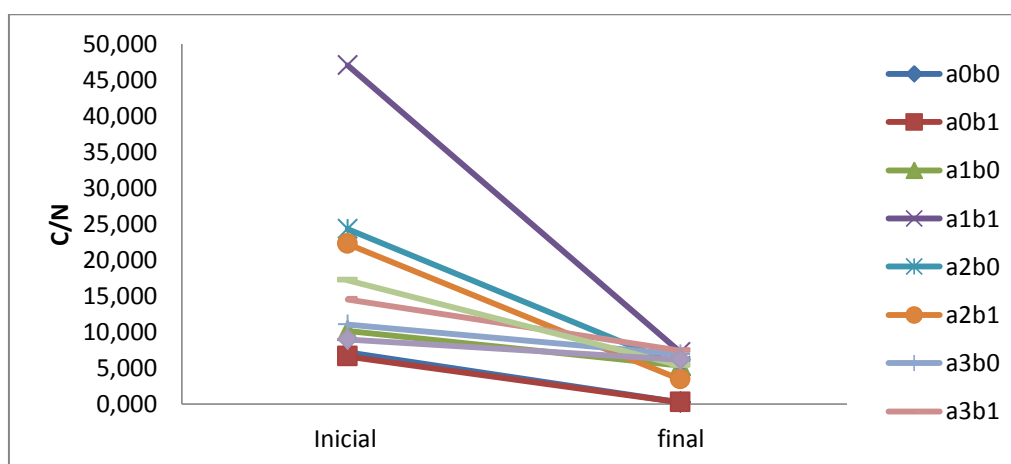


Figura A-8: Evolución de relación C/N al inicial y final del proceso.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

ANEXO B

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA

Tabla B-1: Análisis de varianza del contenido de materia orgánica de los diferentes tratamientos.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Dosificación	70,8925	4	17,7231	819,1	0,0000	*
B:Sistema de remoción	1,28264	1	1,28264	59,28	0,0000	*
INTERACCIONES						
AB	3,06803	4	0,767007	35,45	0,0000	*
RESIDUOS	0,216373	10	0,0216373			
TOTAL (CORREGIDO)	75,4596	19				

Nivel de confianza = 95 %

* = significancia

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla B-2: Separación de medias del % materia orgánica de la interacción correspondiente a dosificación x sistema de remoción.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Dosificación	Sist. de remoción	% de MO	Rango		
a0	b1	1,27	a		
a0	b0	1,64	a		
a2	b1	2,33	b		
a2	b0	2,57	b		
a3	b0	2,88	b		
a3	b1	4,4		c	
a4	b0	5,18		d	
a4	b1	5,48		d	e
a1	b0	5,98			e
a1	b1	7,31			f

- a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- b₀ Por tubo
- b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

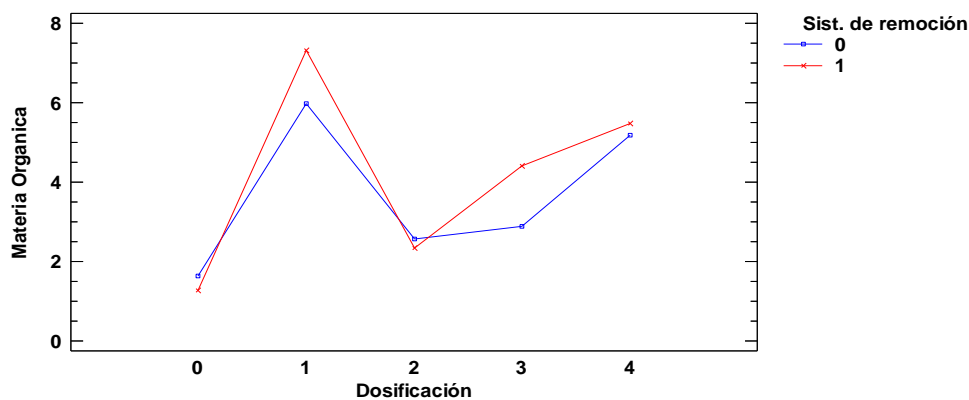


Figura B-1: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

CONTENIDO DE CARBONO

Tabla B-3: Análisis de varianza del contenido de carbono de los diferentes tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Dosificación	6,00644	4	1,50161	276,49	0,0000	*
B:Sistema de Remoción	0,547524	1	0,547524	100,82	0,0000	*
INTERACCIONES						
AB	0,947308	4	0,236827	43,61	0,0000	*
RESIDUOS	0,0543088	10	0,0054309			
TOTAL (CORREGIDO)	7,55559	19				

Nivel de confianza = 95 %

* = significancia

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla B-4: Separación de medias del % carbono de la interacción correspondiente a dosificación x sistema de remoción.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Dosificación	Sist. de remoción	% de C	Rango			
a0	b1	0,01	a			
a0	b0	0,01	a			
a2	b1	0,19	a	b		
a2	b0	0,41	b	c		
a3	b0	0,64	c		d	
a4	b0	0,83			d	e
a3	b1	0,84			d	e
a1	b0	1,03			e	
a4	b1	1,6			f	
a1	b1	1,93			g	

- a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

- b₀ Por tubo
- b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

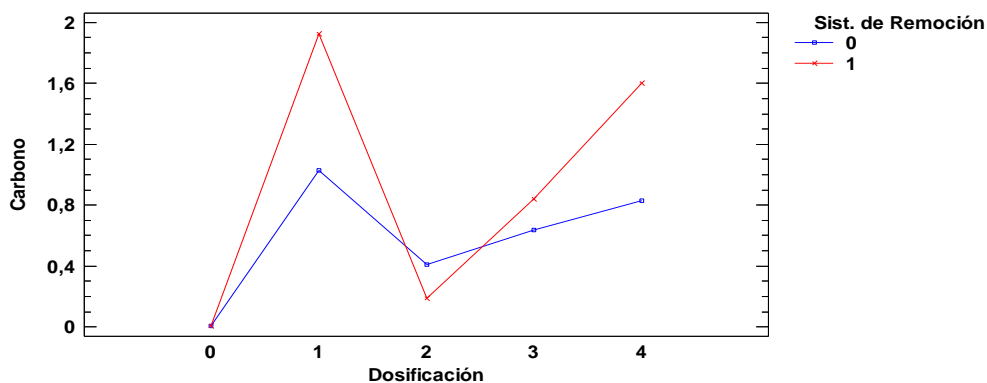


Figura B-2: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

CONTENIDO DE NITRÓGENO

Tabla B-5: Análisis de varianza del contenido de nitrógeno de los diferentes tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	
EFECTOS PRINCIPALES						
A:Dosificación	0,122033	4	0,0305082	84,13	0,0000	*
B:Sistema de remoción	0,00581405	1	0,0058141	16,03	0,0025	*
INTERACCIONES						
AB	0,0114972	4	0,0028743	7,93	0,0038	*
RESIDUOS	0,0036265	10	0,0003627			
TOTAL (CORREGIDO)	0,142971	19				

Nivel de confianza = 95 %

* = significancia

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla B-6: Separación de medias del % nitrógeno de la interacción correspondiente a dosificación x sistema de remoción.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

Dosificación	Sist. de remoción	% de N	Rango		
a0	b1	0,03	a		
a0	b0	0,04	a		
a2	b1	0,06	a	b	
a2	b0	0,08	a	b	
a3	b0	0,09	a	b	c
a3	b1	0,11		b	c
a4	b0	0,16		c	d
a1	b0	0,19			d e
a4	b1	0,26			e
a1	b1	0,27			e

- a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
- a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

- b₀ Por tubo
- b₁ Manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

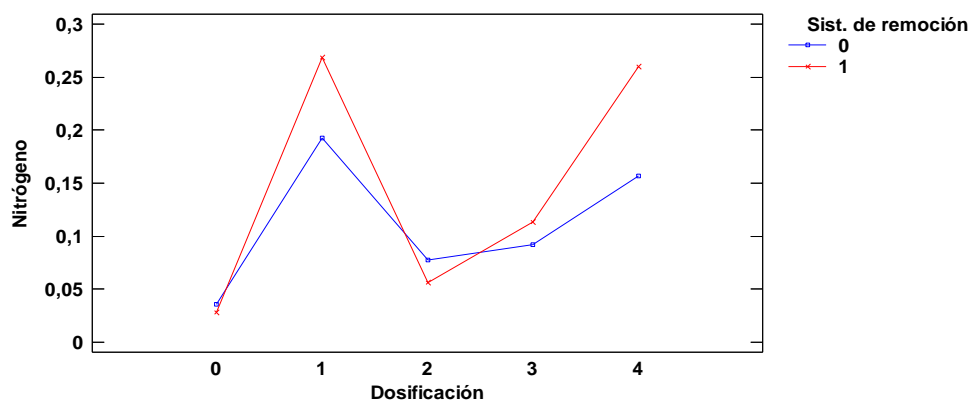


Figura B-3: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

CONTENIDO DE RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO

Tabla B-7: Análisis de varianza del contenido de nitrógeno de los diferentes tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Dosificación	121,855	4	30,4637	42,61	0,0000 *
B:Sistema de remoción	0,155373	1	0,155373	0,22	0,6511
INTERACCIONES					
AB	7,57385	4	1,89346	2,65	0,0964
RESIDUOS	7,14862	10	0,714862		
TOTAL (CORREGIDO)	136,733	19			

Nivel de confianza = 95 %

* = significancia

a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₀ Por tubo

a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

b₁ Manual

a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla B-8: Prueba de Tukey (HSD) para contenido de nitrógeno según la dosificación.

Dosificación	Relación C/N	Rango
0% : 70% : 30%	0,220443	a
10% : 60% : 30%	4,36711	b
60% : 10% : 30%	5,84635	b c
70% : 0% : 30%	6,25756	b c
40% : 40% : 20%	7,26678	c

- a₀ 0% : 70% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo) b₀ Por tubo
a₁ 70% : 0% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo) b₁ Manual
a₂ 10% : 60% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₃ 40% : 40% : 20% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)
a₄ 60% : 10% : 30% (Materia Orgánica: Ceniza: Suelo)

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

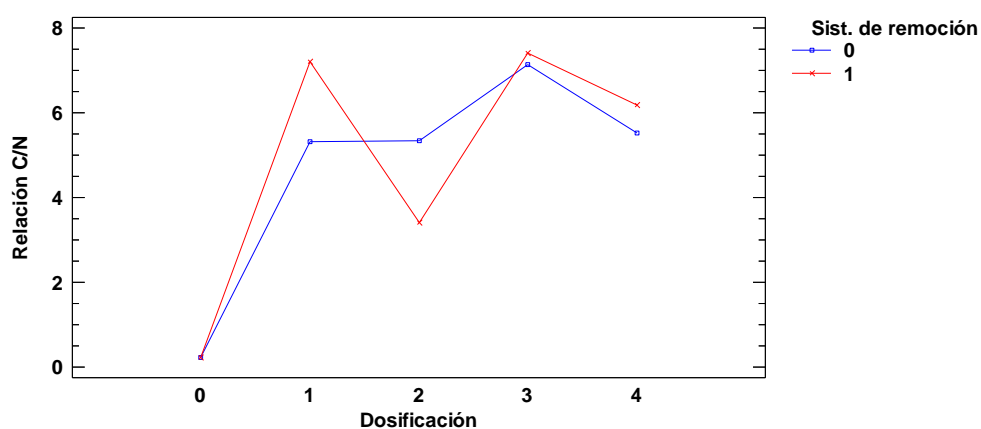


Figura B-4: Interacción e intervalos Tukey (HSD) al 95 % para la dosificación y sistema de remoción.

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

ANEXO C

CÁLCULOS DEMOSTRATIVOS

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LAS COMPOSTERAS

Cálculo para el modelo de compostera con aireación por tubos

$$\text{Área} = a * b$$

$$\text{Área} = 0.40 \text{ m} * 0.40 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 0.16 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = a * b * c$$

$$\text{Volumen} = 40 * 40 * 30$$

$$\text{Volumen} = 48000 \text{ cm}^3$$

Cálculo para el modelo de compostera con aireación manual

$$\text{Área} = a * b$$

$$\text{Área} = 0.30 \text{ m} * 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 0.09 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = a * b * c$$

$$\text{Volumen} = 30 * 30 * 40$$

$$\text{Volumen} = 36000 \text{ cm}^3$$

Cálculo del volumen de caja a escala

$$\text{Volumen} = a * b * c$$

$$\text{Volumen} = 5.2 * 11 * 13.5$$

$$\text{Volumen} = 772.2 \text{ cm}^3$$

$$\text{peso recipiente} = 74 \text{ g}$$

$$\text{peso de recipiente} + \text{materia organica} = 74 + 303$$

$$\text{peso de recipiente} + \text{materia organica} = 377g$$

Cálculo de masa a colocar en el modelo de compostera con aireación por tubos

$$\text{Volumen} = 48000 \text{ cm}^3$$

$$772.20 \text{ cm}^2 \text{ --- --- } 303 \text{ g}$$

$$48000 \text{ cm}^3 \text{ --- --- } x = 18834.50 \text{ g}$$

$$18834.50 \text{ g} \frac{1kg}{1000g} = 18.83 \text{ kg}$$

Cálculo de masa a colocar en el modelo de compostera con aireación manual

$$\text{Volumen} = 36000 \text{ cm}^3$$

$$772.20 \text{ cm}^2 \text{ --- --- } 303 \text{ g}$$

$$36000 \text{ cm}^3 \text{ --- --- } x = 14125.87 \text{ g}$$

$$14125.87 \text{ g} \frac{1kg}{1000g} = 14.12 \text{ kg}$$

Cálculo de volumen de EM's a colocar en el modelo de compostera con aireación por tubos

Datos de galón de EM's: 100 lt/Ha

$$10000 \text{ m}^2 \text{ --- --- } 100 \text{ lt}$$

$$0.16 \text{ m}^2 \text{ --- --- } x = 0.0016 \text{ lt}$$

$$0.0016 \text{ lt} \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ lt}} = 1.6 \text{ ml}$$

**Cálculo de volumen de EM's a colocar en el modelo de compostera con
aireación manual**

Datos de galón de EM's: 100 lt/Ha

$$10000 \text{ m}^2 \text{ --- } 100 \text{ lt}$$

$$0.09 \text{ m}^2 \text{ --- } x = 0.0009 \text{ lt}$$

$$0.0009 \text{ lt} \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ lt}} = 0.9 \text{ ml}$$

**Cálculo del número de UFC's a colocar en el modelo de compostera con
aireación por tubos**

$$1 \text{ ml} \text{ --- } 4.47 \times 10^7 \text{ ufc/ml}$$

$$1.6 \text{ ml} \text{ --- } x = 71.52 \times 10^6 \text{ ufc/ml}$$

**Cálculo del número de UFC's a colocar en el modelo de compostera con
aireación manual**

$$1 \text{ ml} \text{ --- } 4.47 \times 10^7 \text{ ufc/ml}$$

$$0.9 \text{ ml} \text{ --- } x = 40.23 \times 10^6 \text{ ufc/ml}$$

Tabla C-1. Dosificación en kg de los tratamientos aplicados en la obtención de bocashi.

Tratamientos	Mezcla	Combinación de los tratamientos
T1	a0b0	0kg residuos materia orgánica + 13.18kg ceniza volcánica + 5.65kg suelo, aireación por tubo
T2	a0b1	0kg residuos materia orgánica + 9.88kg ceniza volcánica + 4.24kg suelo, aireación manual
T3	a1b0	13.18kg residuos materia orgánica + 0kg ceniza volcánica + 5.65kg suelo, aireación por tubo
T4	a1b1	9.88kg residuos materia orgánica + 0kg ceniza volcánica + 4.24kg suelo, aireación manual
T5	a2b0	1.88kg residuos materia orgánica + 11.30kg ceniza volcánica + 35.65kg suelo, aireación por tubo
T6	a2b1	1.412kg residuos materia orgánica + 8.47kg ceniza volcánica + 4.24kg suelo, aireación manual
T7	a3b0	7.53kg residuos materia orgánica + 7.53kg ceniza volcánica + 3.77kg suelo, aireación por tubo
T8	a3b1	5.648kg residuos materia orgánica + 5.65kg ceniza volcánica + 2.88kg suelo, aireación manual
T9	a4b0	11.298kg residuos materia orgánica + 1.88kg ceniza volcánica + 5.65kg suelo, aireación por tubo
T10	a4b1	8.472kg residuos materia orgánica + 1.41kg ceniza volcánica + 4.24kg suelo, aireación manual

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Cálculo para determinar el porcentaje de Relación C/N

$$C/N(\%) = \frac{\%C}{\%N}$$

Cálculo para determinar el porcentaje de Materia Orgánica

$$MO(\%) = \frac{P_{105} - [P_{(450)} - P_{(cápsula)}]}{P_{(105)}} * 100$$

Dónde:

$P_{(450)}$ = *Peso de la muestra calcinada incluida cápsula*

$P_{(105)}$ = *Peso de la muestra seca (sin cápsula)*

Cálculo para determinar el porcentaje de Humedad

$$SS(\%) = \frac{(\text{Peso capsula con muestra seca} - \text{Peso capsula vacia})}{(\text{Peso capsula con muestra humeda} - \text{Peso capsula vacia})} * 100$$

$$H(\%) = 100 - SS(\%)$$

Dónde:

SS(%) = Sustancia Seca

H(%) = Humedad

Cálculo para determinar el porcentaje de Carbono

Ecuación de la recta

$$y = ax + b$$

$$x = \frac{y}{a} - b$$

Ecuación de la curva de carbono

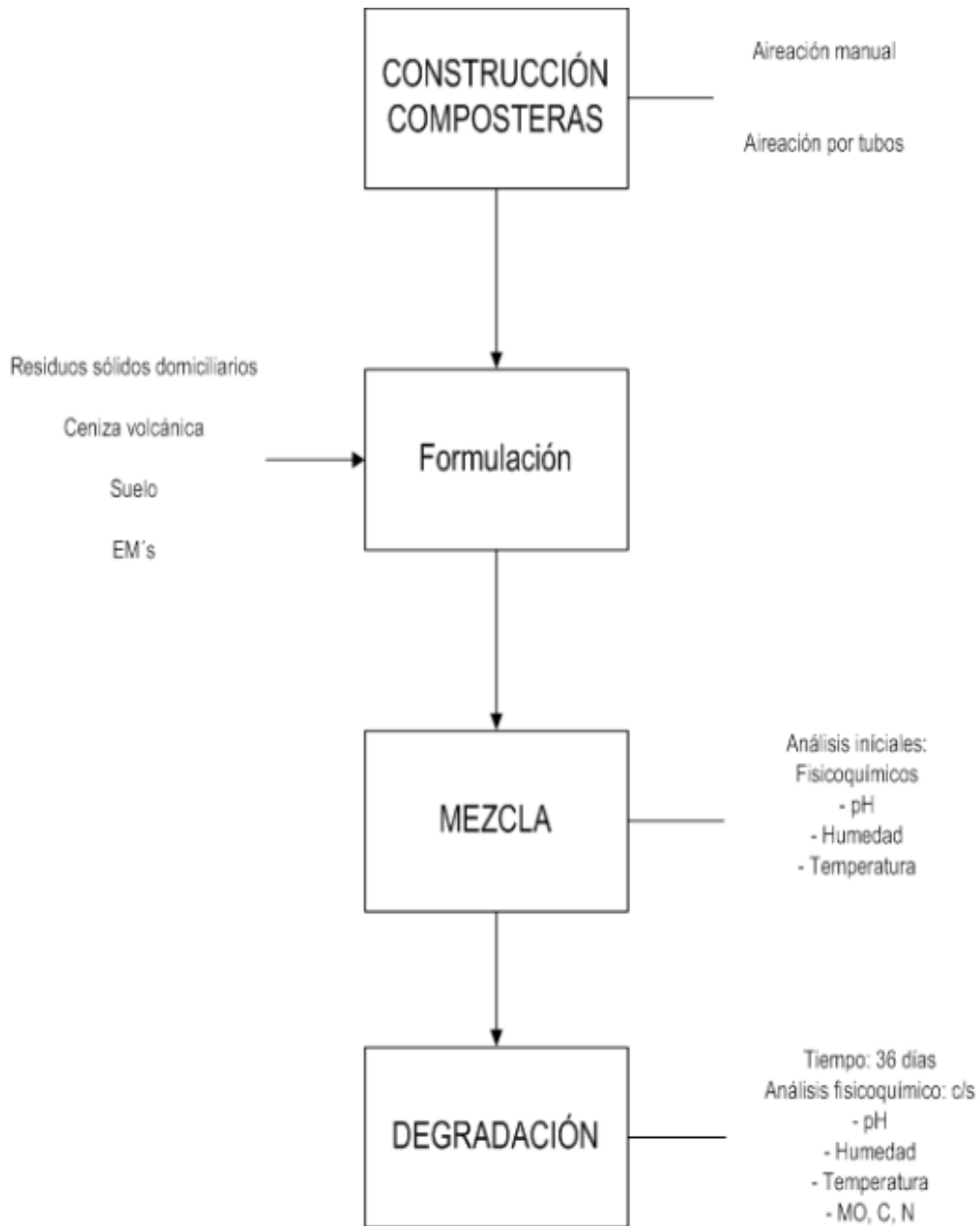
$$y = 0.3584x + 0.0299$$

$$x = \frac{0.014}{0.3584} - 0.0299 = 0.0091\%$$

ANEXO D

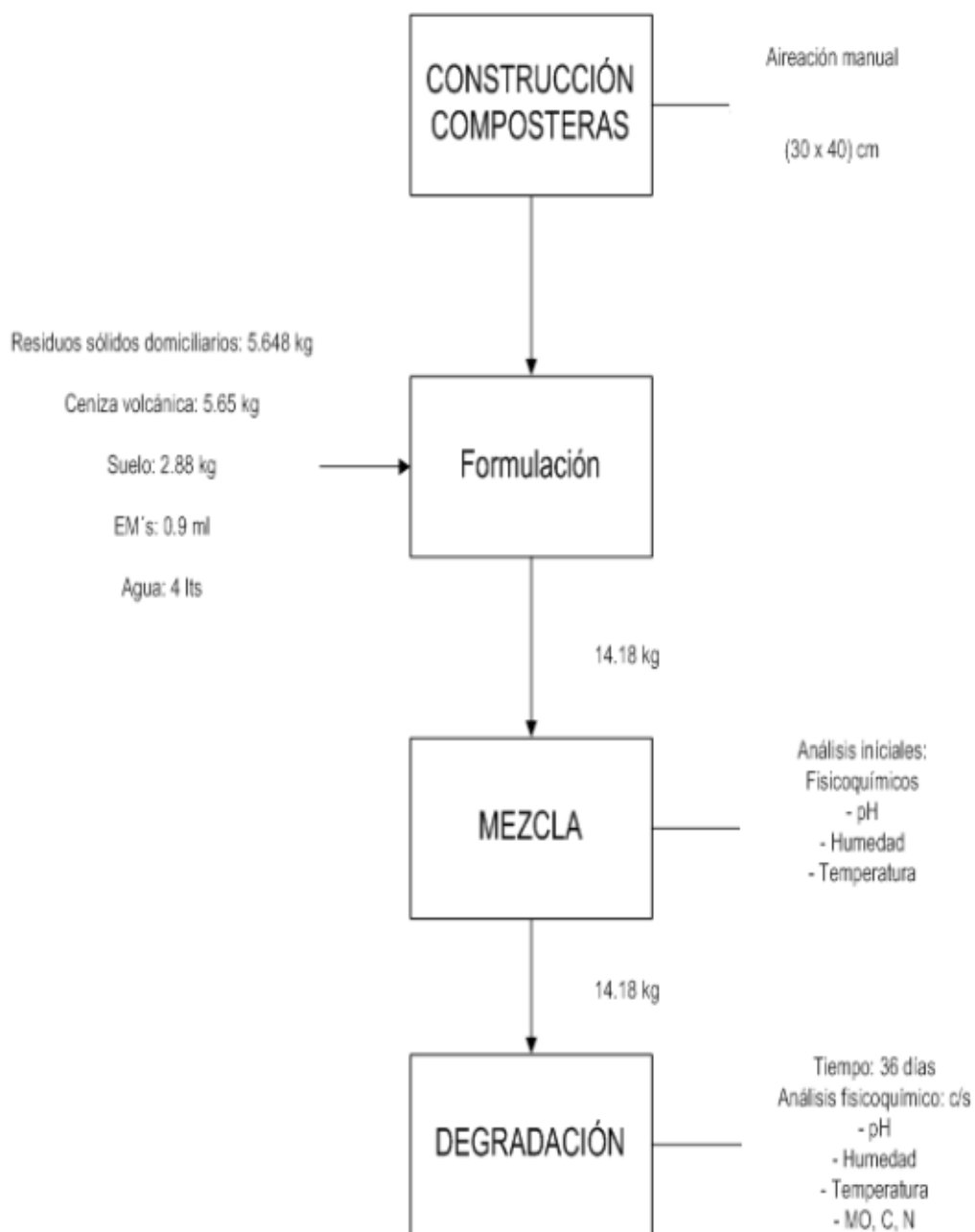
DIAGRAMAS DE FLUJO

Anexo D-1. Diagrama de flujo para la obtención de abono orgánico bocashi.



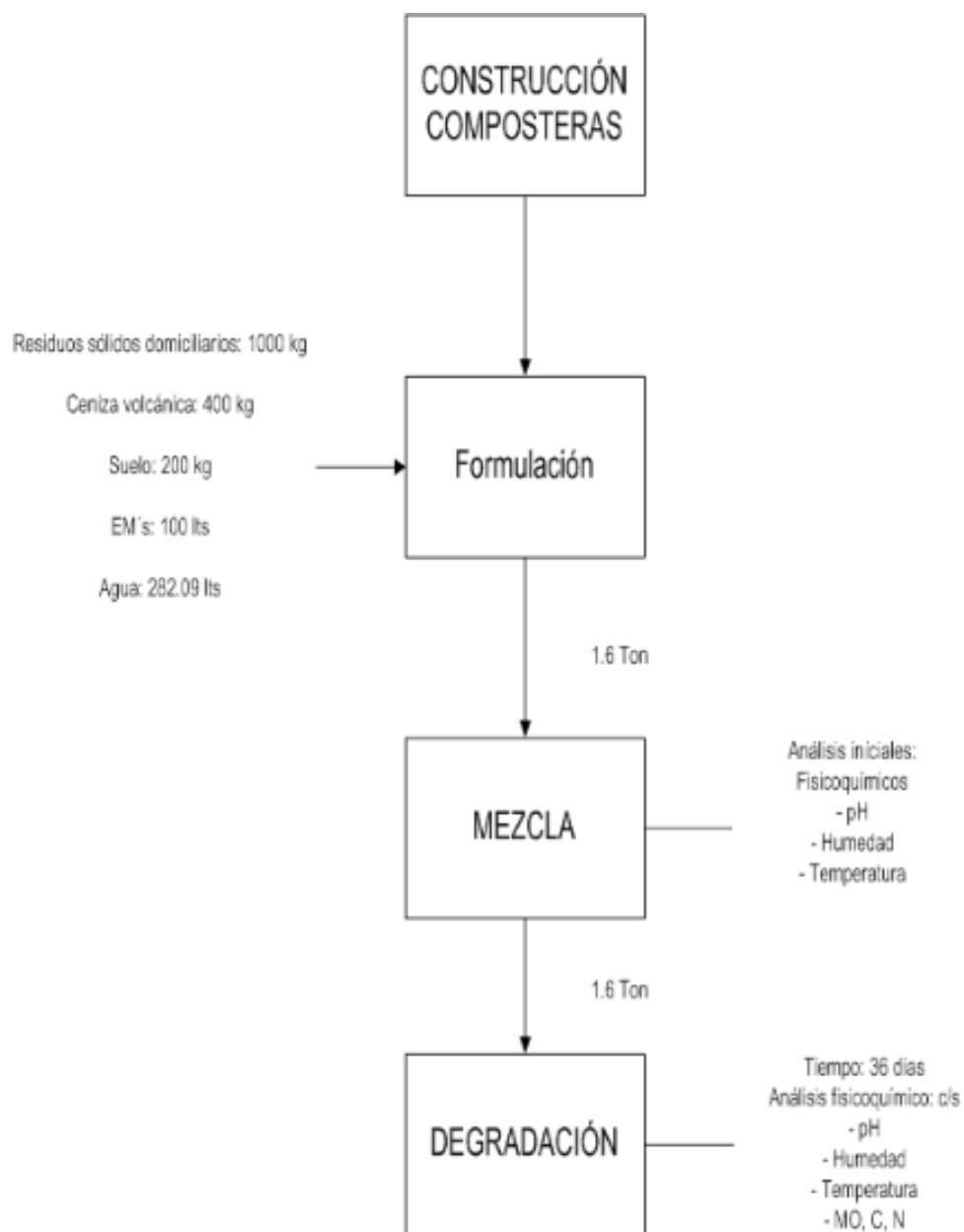
Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Anexo D-2. Balance de materiales del mejor tratamiento a3b1 (40 % materia orgánica, 40 % ceniza volcánica, 20 % suelo, aireación manual) para la obtención de abono orgánico (bocashi)



Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Anexo D-3. Balance de materiales para la obtención de abono orgánico (bocashi) en relación a 1 tonelada de residuos sólidos domiciliarios.



Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

ANEXO E

ANÁLISIS ECONÓMICO

Desarrollo del análisis económico para el mejor tratamiento (40% materia orgánica: 40% ceniza volcánica: 20% suelo) para la obtención del abono orgánico (bocashi)

Tabla E-1. Análisis de precios unitarios para la construcción de composteras

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/ HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
COMPOSTERA 30 * 40	U	1,000	2,50	2,50	
SUBTOTAL O					2,50
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,50
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00 0,13
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,63
VALOR OFERTADO	2,63

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-2. Análisis de precios unitarios para la mezcla de los tratamientos

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	2,78	2,78	0,003	0,01
SUBTOTAL N					0,01
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	KG	5,650	0,00	0,00	
CENIZA VOLCÁNICA	KG	5,650	0,00	0,00	
SUELO POBRE M.O.	KG	2,830	0,00	0,00	
RECIPIENTE PLASTICO DE 120 LTS	U	0,050	0,75	0,04	
AGUA	LTS	6,000	0,00	0,00	
SUBTOTAL O					0,04
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,05
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,05
VALOR OFERTADO	0,05

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-3. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de temperatura

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
TERMOCUPLA	1,00	0,10	0,10	0,080	0,01
SUBTOTAL M					0,01
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL O					0,00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0,01
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00	0,00
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,01
VALOR OFERTADO		0,01

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-4. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de pH

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,00
pH-metro	1,00	0,50	0,50	0,080	0,04
SUBTOTAL M					0,04
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
laboratorista	1,00	3,02	3,02	0,030	0,09
SUBTOTAL N					0,09
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
MATERIALES DE ESCRITORIO	U	1,000	0,20	0,20	
SUBTOTAL O				0,20	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
MATERIALES DE ESCRITORIO	U	1,000	0,50	0,50	
SUBTOTAL P				0,50	

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,83
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,87
VALOR OFERTADO	0,87

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-5. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de humedad

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
ESTUFA	1,00	0,25	0,25	0,080	0,02
SUBTOTAL M					0,02
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
CAPSULA DE PORCELANA	U	1,000	0,33	0,33	
BALANZA DE PRESICIÓN	U	1,000	0,33	0,33	
SUBTOTAL O					0,66
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,68
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,71
VALOR OFERTADO	0,71

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-6. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de materia orgánica

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
MUFLA	1,00	0,30	0,30	0,030	0,01
SUBTOTAL M					0,01
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL O				0,00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,01
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,01
VALOR OFERTADO	0,01

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-7. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de carbono

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
ESPECTOFOTOMETRO	1,00	0,50	0,50	0,030	0,02
SUBTOTAL M					0,02
MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
SUBTOTAL N					0,00
MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
TUBOS DE DIGESTIÓN	U	1,000	0,33	0,33	
AGUA DESTILADA	LTS	0,240	0,53	0,13	
ACIDO SULFÚRICO	LTS	0,060	18,66	1,12	
CLORURO DE BARIO	gr	4,000	0,16	0,64	
DICROMATO DE POTASIO	gr	1,500	0,04	0,06	
SUBTOTAL O					2,28
TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,30
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,42
VALOR OFERTADO	2,42

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-8. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de nitrógeno

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
KJELDAHL	1,00	0,25	0,25	0,030	0,01
SUBTOTAL M					0,01
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL O					0,00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,01
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,01
VALOR OFERTADO	0,01

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-9. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de relación C/N

<i>EQUIPO DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0,00
SUBTOTAL M					0,00
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
SUBTOTAL N					0,00
<i>MATERIALES DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
FUNDAS HERMÉTICAS	U	1,000	0,12	0,12	
SUBTOTAL O					0,12
<i>TRANSPORTE DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0,12
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00	0,01
OTROS INDIRECTOS (%)		0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0,13
VALOR OFERTADO		0,13

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-10. Análisis de precios unitarios para la toma de datos de activación de microorganismos eficientes

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON	1,00	2,78	2,78	0,050	0,14
SUBTOTAL N					0,14
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
CANTENEDOR PLASTICO DE 120 LTS	U	0,050	0,75	0,04	
AGUA	LTS	6,000	0,00	0,00	
MELAZA	LTS	0,050	0,79	0,04	
MICROORGANISMOS EFICIENTES	LTS	0,050	5,29	0,26	
SUBTOTAL O				0,34	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0,00	

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,49
INDIRECTOS Y UTILIDADES (%)	5,00
OTROS INDIRECTOS (%)	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,51
VALOR OFERTADO	0,51

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-11. Análisis de precios unitarios para tarifa de equipos

DESCRIPCION	COSTO x HORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	0,06		0,06
ESPECTOFOTOMETRO	0,50	0,18	0,09
ESTUFA	0,25	0,48	0,12
KJELDAHL	0,25	0,06	0,02
MUFLA	0,30	0,18	0,05
TERMOCUPLA	0,10	2,88	0,29
pH-metro	0,50	0,48	0,24
		TOTAL:	0,87

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-12. Análisis de precios unitarios para costo de materiales

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
ACIDO SULFÚRICO	LTS	18,66	0,36	6,72
AGUA	LTS		120,78	
AGUA DESTILADA	LTS	0,53	1,44	0,76
BALANZA DE PRESIÓN	U	0,33	6,00	1,98
CANTENEDOR PLASTICO DE 120 LTS	U	0,75	0,30	0,23
CAPSULA DE PORCELANA	U	0,33	6,00	1,98
CENIZA VOLCANICA	KG		79,83	
CLORURO DE BARIO	gr	0,16	24,00	3,84
COMPOSTERA 30 * 40	U	2,50	1,00	2,50
DICROMATO DE POTASIO	gr	0,04	9,00	0,36
FUNDAS HERMÉTICAS	U	0,12	2,00	0,24
MATERIALES DE ESCRITORIO	U	0,20	6,00	1,20
MELAZA	LTS	0,79	0,24	0,19
MICROORGANISMOS EFICIENTES	LTS	5,29	0,30	1,59
RECIPIENTE PLASTICO DE 120 LTS	U	0,75	0,71	0,53
RESIDUOS SOLIDOS URBANOS	KG		79,83	
SUELO POBRE M.O.	KG		39,99	
TUBOS DE DIGESTIÓN	U	0,33	6,00	1,98
			TOTAL:	24,10

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-13. Análisis de precios unitarios para mano de obra

DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
laboratorista	EOC1	3,02	0,18	0,54
Peón	EOE2	2,78	0,34	0,95
TOTAL:				1,49

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-14. Análisis de precios unitarios para transporte de materiales

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO TRANSP.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
ACIDO SULFÚRICO	LTS		0,36	
AGUA	LTS		120,78	
AGUA DESTILADA	LTS		1,44	
BALANZA DE PRESICIÓN	U		6,00	
CANTENEDOR PLASTICO DE 120 LTS	U		0,30	
CAPSULA DE PORCELANA	U		6,00	
CENIZA VOLCANICA	KG		79,83	
CLORURO DE BARIO	gr		24,00	
COMPOSTERA 30 * 40 cm	U		1,00	
DICROMATO DE POTASIO	gr		9,00	
FUNDAS HERMÉTICAS	U		2,00	
MATERIALES DE ESCRITORIO	U	0,50	6,00	3,00
MELAZA	LTS		0,24	
MICROORGANISMOS EFICIENTES	LTS		0,30	
RECIPIENTE PLASTICO DE 120 LTS	U		0,71	
RESIDUOS SOLIDOS URBANOS	KG		79,83	
SUELO POBRE M.O.	KG		39,99	
TUBOS DE DIGESTIÓN	U		6,00	
TOTAL:				3,00

Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

Tabla E-15. Tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y costos finales

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
01	Construcción de composteras	U	1,00	2,63	2,63
02	Mezcla para tratamiento	Kg	14,13	0,05	0,71
03	Toma de datos temperatura	U	36,00	0,01	0,36
04	Toma de datos pH	U	6,00	0,87	5,22
05	Toma de datos para humedad	U	6,00	0,71	4,26
06	Toma de datos para materia orgánica	U	6,00	0,01	0,06
07	Toma de datos para carbono	U	6,00	2,42	14,52
08	Toma de datos para nitrógeno	U	2,00	0,01	0,02
09	Toma de datos para relación c/n	U	2,00	0,13	0,26
10	Activación de microorganismos eficientes	LTS	6,00	0,51	3,06
				TOTAL:	31,10

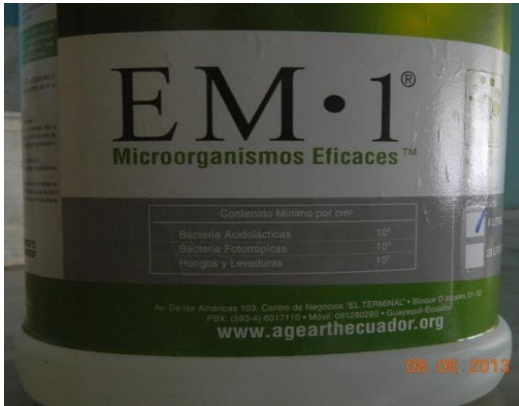
Elaborado por: María Daniela Garcés, 2014.

ANEXO F

FOTOGRAFÍAS

Materia Prima

Activación de Microorganismos Eficientes



Mezcla de EM's con melaza y agua



Almacenamiento de EM's de forma anaerobia



Recolección y preparación de los Residuos Sólidos Domiciliarios

Recolección de Residuos Sólidos Urbanos

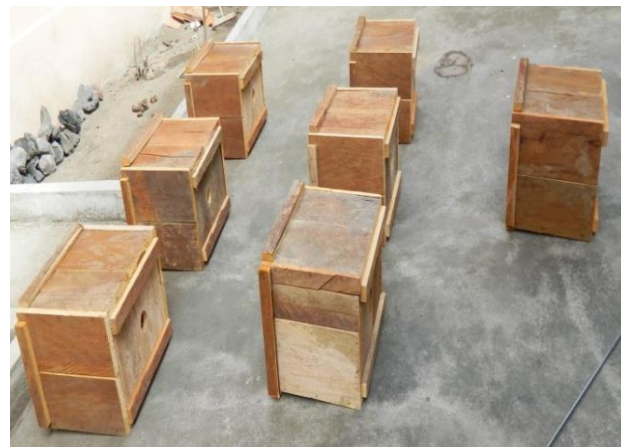


Picado de los residuos sólidos Domiciliarios



Elaboración de Composteras

Composteras con sistema de aireación por tubo y manual



Elaboración de los tratamientos con sus réplicas

Colocación de tratamientos en las composteras



Análisis fisicoquímicos de los tratamientos en la elaboración del abono orgánico

Determinación del porcentaje de humedad



Determinación de la cantidad de Materia Orgánica



Determinación de Carbono



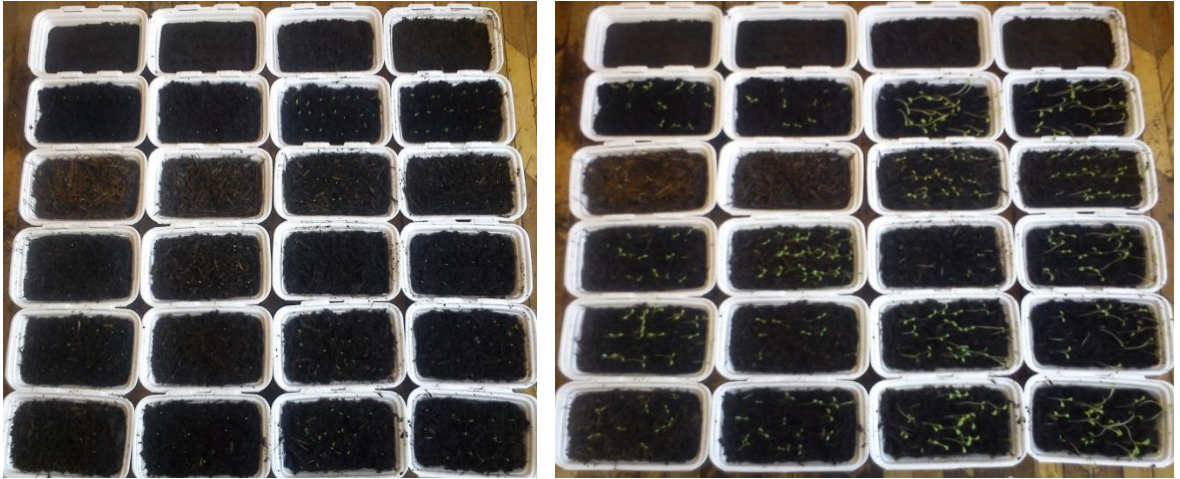
Determinación de pH



Resultado final del abono orgánico bocashi



Porcentaje de germinación



ANEXO G

**INFORMES DE
LABCESTTA**