

**ESTANDARIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BOCASHI Y COMPOST
COMO FERTILIZANTE PARA APLICAR A LAS HUERTAS CASERAS
DE PEQUEÑOS AGRICULTORES DE FACATATIVÁ – CUNDINAMARCA**

DIEGO ALEJANDRO NIÑO GARAY

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
EXTENSIÓN FACATATIVÁ
FACATATIVÁ**

2018

**ESTANDARIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BOCASHI Y COMPOST
COMO FERTILIZANTE PARA APLICAR A LAS HUERTAS CASERAS
DE PEQUEÑOS AGRICULTORES DE FACATATIVÁ – CUNDINAMARCA.**

DIEGO ALEJANDRO NIÑO GARAY

**Trabajo de grado presentado para optar el título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

DANNY DANIEL CUBILLOS PEDRAZA

Director trabajo de grado

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
EXTENSIÓN FACATATIVÁ
FACATATIVÁ**

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

DANNY DANIEL CUBILLOS PEDRAZA

Director de proyecto

FRANK JIMY GARCÍA NAVARRETE

Jurado

LIZ KAREN RUIZ BOHORQUEZ

Jurado

DEDICATORIA

Esta tesis representó esfuerzo, tiempo y sabiduría para llegar a su culminación. Sin duda alguna no hubiera podido terminarla sin la ayuda de Dios que me iluminó para sacar adelante este proyecto.

A mis padres, quienes con su apoyo, consejos, comprensión, y ayuda en los momentos difíciles me permitieron cumplir con las metas propuestas en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

A cada uno de los profesores que me guiaron y acompañaron durante todo el proceso de mi formación académica, quienes con su profesionalismo y sencillez me orientaron para la culminación como Ingeniero Agrónomo.

A mi Director de proyecto, Danny Daniel Cubillos Pedraza, quien orientó este trabajo de grado, brindando aportes valiosos como persona profesional en la educación.

Tabla de contenido

1.	Resumen.....	13
2.	Introducción	15
3.	Planteamiento del problema.....	17
4.	Justificación	18
5.	Objetivos.....	20
5.1	Objetivo general	20
5.2	Objetivos específicos.....	20
6.	Marco conceptual.....	21
6.1	Agricultura Biodinámica	21
6.2	Agricultura Ecológica	21
6.3	Permacultura.....	22
6.4	Agricultura Regeneradora	23
6.5	Agricultura Natural	24
6.6	Agricultura Orgánica.....	25
6.7	Abonos orgánicos.....	26
6.8	Residuos	26
6.9	Principales residuos orgánicos	27
6.10	Residuos urbanos.....	27
6.11	Residuos agroindustriales.....	28
6.12	Residuos agrícolas	28
7.	Marco teórico	29
7.1	Factores en el proceso de la elaboración del bocashi.....	29

7.1.1	Temperatura	29
7.1.2	Humedad	29
7.1.3	pH.....	29
7.1.4	Aireación.....	29
7.1.5	Beneficios del compost	30
7.1.6	Proceso de compostaje	30
7.1.7	Fase de latencia y crecimiento	31
7.1.8	Fase termófila.....	31
7.1.9	Fase de maduración.....	31
7.2	Parámetros del proceso de compostaje.....	32
7.2.1	Temperatura	32
7.2.2	Humedad	32
7.2.3	Aireación.....	32
7.2.4	pH.....	32
8.	Diseño metodológico	34
8.1	Población de estudio.....	34
8.2	Muestra.....	34
8.2.1	Recolección de muestras	35
9.	Resultados y discusión.....	38
9.1	Análisis estadístico.....	¡Error! Marcador no definido.
9.2	Comparación de temperaturas en la preparación de bocashi	50
9.3	Comparación de pH en la preparación de bocashi	51

9.4	Comparación de temperaturas de la preparación de compost	52
9.5	Comparación de pH en la preparación de compost.....	54
9.6	Estandarización de la producción bocashi y compost.....	38
9.7	Producción de bocashi y compost en cantidades suficientes	38
9.8	Variables en el proceso de la elaboración de bocashi y compost.....	55
9.9	Estandarizar variables y proceso de producción de bocashi y compost en condiciones controladas	56
9.10	Identificación de los materiales	57
9.11	Capacitación de las huertas caseras y pequeños agricultores	57
10.	Conclusiones.....	64
11.	Recomendaciones	65
12.	Referencias.....	66

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Comparación de medias entre tratamientos en la variable temperatura °C de la preparación del bocashi</i>	51
Tabla 2. <i>Comparación de medias de la variable pH en la preparación de bocashi</i>	52
Tabla 3. <i>Comparación de medias entre tratamientos en la variable temperatura °C en preparación de compost</i>	53
Tabla 4. <i>Comparación de medias entre tratamientos en la variable pH en preparación de compost</i>	55
Tabla 5. <i>Ingredientes para la elaboración de bocashi</i>	39
Tabla 6. <i>Promedio de temperatura de los dos bocashi realizados</i>	41
Tabla 7. <i>Promedio de pH de los dos bocashi</i>	43
Tabla 8. <i>Ingredientes utilizados en la elaboración de compost</i>	45
Tabla 9. <i>Promedio de temperatura de los cuatro compost realizados</i>	46
Tabla 10. <i>Promedio de pH de los cuatro compost realizados</i>	48

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Histograma para la variable temperatura °C en la preparación del bocashi	50
<i>Figura 2.</i> Histograma de la variable pH en la preparación de bocashi	52
<i>Figura 3.</i> Histograma para la variable temperatura °C en la preparación de compost	53
<i>Figura 4.</i> Histograma para la variable pH en la preparación de compost.....	54
<i>Figura 5.</i> Elaboración de bocashi I (Centro de Discapacidad Manuel Gonzáles Correal)	38
<i>Figura 6.</i> Elaboración de Bocashi II (José Coy) en la vereda Alto de Córdoba.....	40
<i>Figura 7.</i> Variación de la temperatura a través del tiempo del bocashi.....	41
<i>Figura 8.</i> Variación del pH a través del tiempo del bocashi.....	43
<i>Figura 9.</i> Variación de la temperatura a través del tiempo del compost	46
<i>Figura 10.</i> Variación del pH a través del tiempo del compost I	48
<i>Figura 11.</i> Capacitación en campo con niños del Centro de Discapacidad Manuel González C.....	57
<i>Figura 12.</i> Capacitación con el curso décimo A del colegio I.E.M. Juan XXIII Técnico en Administración Agropecuaria y Procesos Industriales	58
<i>Figura 13.</i> Capacitación con la Directora del Centro de Bienestar del Anciano San José	59
<i>Figura 14.</i> Capacitación vereda Alto de Córdoba	59
<i>Figura 15.</i> Limpieza de área para la elaboración de compost Centro de Discapacidad Manuel González Correal	60
<i>Figura 16.</i> Elaboración de pilas de compost en el Centro de discapacidad Manuel González C.	60
<i>Figura 17.</i> Limpieza y adecuación de área para elaborar compost en el Centro de bienestar del anciano San José	61

Figura 18. Elaboración de pila de compost, en el Centro de bienestar del anciano San José . 61

Figura 19. Limpieza y adecuación de área para elaborar compost con el Colegio I.E.M. Juan
XXIII Técnico En Administración Agropecuaria y Procesos Industriales 62

FLUJOGRAMA

Para la estandarización de la producción de Bocashi y compost se identifico las huertas con las que trabaja la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente en el municipio de Facatativá. A las cuales se les explico el proyecto que se iba ejecutar en compañía de la misma



Se realizo una visita para conocer el área de las huertas donde se va implementar los abonos orgánicos tipo bocashi y compost. Una vez se conocio el área se realizaron los cálculos, para conocer que cantidad de abono se iba a elaborar



Para la elaboración del bocashi los materiales utilizados fueron, la cascarilla de arroz, tierra negra, estiércol de bovino, ceniza de carbón vegetal y cal dolomita, en donde se realizó una mezcla sin importar su orden



En el compost los materiales utilizados fueron los siguientes: palos de madera, cascarilla de arroz, residuos de cocina, resto de cosecha, pasto, tierra, pasto seco y estiércol, la elaboración del compost se realizó en el siguiente orden una capa de trozos de madera, una capa de tierra negra, una capa de residuos de cosecha, cocina o pasto verde, una capa de estiércol, una capa de cascarilla de arroz o pasto seco, una capa de tierra negra y repetir los material dependiendo la cantidad necesaria



Se realizaron tomas de muestra de temperatura y pH , las cuales se hicieron entre semana día por medio y controlando cambios de clima como lluvia, sol y viento. teniendo en cuenta la literatura se debe conocer las temperaturas adecuadas para la fabricación del bocashi y compost donde se compara con las tomadas



Se realizó un folleto con información sobre qué es un abono orgánico, tipos de abonos orgánicos, definición de bocashi y compost que son los abonos que se trabajan con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente, en las últimas partes se tuvieron los materiales necesarios para elaborar los abonos realizados con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente



Se realizó una capacitación en las instalaciones de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente, explicando todo el tema de los abonos orgánico su utilización, beneficios y preparación.

1. Resumen

Actualmente, en el municipio de Facatativá-Cundinamarca se evidencia una mala utilización de los residuos orgánicos producidos en las viviendas. Por esta razón, se creó el proyecto de “Estandarización de la producción de bocashi y compost, como fertilizante para aplicar en las huertas caseras de los pequeños agricultores”, con el objetivo de ser utilizado en los residuos orgánicos, generando la producción de abonos orgánicos tipo bocashi y compost.

Por ello, para la estandarización de la producción de bocashi y compost se identificaron las huertas que asesora la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente en el municipio. Además, se realizó una visita para conocer el área y se implementaron los abonos orgánicos. Este proyecto contó con cuatro lugares, a saber: Centro de discapacidad Manuel González Correal, Centro de bienestar del anciano San José, Colegio I.E.M. Juan XXIII Técnica en Administración Agropecuaria y Procesos Industriales de Facatativá y José Coy. Dada la ubicación de estas instituciones, se pudo trabajar en la parte urbana y rural del municipio como las veredas Alto de Córdoba y Santa Marta, estandarizando la producción de bocashi y compost en cantidades óptimas en relación al área de cada huerta y tomando muestras de temperatura y pH de cada uno de los abonos realizados.

Según los cálculos de Ramos y Terry (2015), para las cantidades óptimas de los abonos se sugiere que por m² se utilicen 2 kilos de bocashi y de acuerdo Román, Martínez y Pantoja (2013), se debe realizar el doble de compost ya que se pierde el 50 % en todo su proceso. De esa manera, una vez elaborados los abonos se procedió a la toma de muestras de temperatura y pH, las cuales se hicieron entre semana, día de por medio y teniendo en cuenta cambios de clima como lluvia, sol y viento.

Entonces, con los datos obtenidos se realizó un test de normalidad Shapiro Wilk y posteriormente, un análisis de varianza (ANOVA) con las siguientes variables:

- a) Temperatura de preparación de bocashi
- b) pH de preparación de bocashi
- c) Temperatura de preparación de compost
- d) pH de preparación de compost

En donde se evalúan las siguientes hipótesis:

- H_0 = No hay diferencia significativa entre tratamientos
- H_a = Sí hay diferencia significativa entre tratamientos.

Si p (valor) >0.05 = se acepta H_0 ; es decir, no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Si p (valor) <0.05 se acepta H_a ; es decir, sí hay diferencia significativa entre tratamientos.

Para el análisis mencionado se utilizó el programa estadístico R-project versión 3.4.4 (2018-03-15). Se realizaron capacitaciones con la comunidad involucrada en el proyecto, en las cuales se explicó la importancia de la utilización de los abonos orgánicos y los beneficios del compost y del bocashi. Como análisis de resultado se evidenció que el compost III inició con una temperatura baja, la cual fue de 15.8°C y los otros Compost obtuvieron una temperatura superior a los 17°C . Para la identificación de los recursos se elaboraron unos folletos, en los que se explicaron los conceptos básicos de los abonos orgánicos, tipos de abonos, definición de bocashi y compost, además de la identificación de los materiales necesarios para la elaboración de dichos abonos.

2. Introducción

A principios de los años 1920 surgieron en Europa varias corrientes de Agricultura no Convencional, es decir que no se utilizaban productos químicos, y su finalidad era evaluar el desarrollo de los sistemas agrícolas. El elemento más común entre todas estas experiencias desarrolladas fue el de rescatar los conocimientos de la agricultura tradicional practicada por los antiguos campesinos, donde se buscaba una explicación científica para comprender los procedimientos que se generaron. (Peralta, 2009, p. 3)

Por otra parte, cabe mencionar que la agricultura tiene gran importancia en la economía y en el progreso de muchos países, gracias a las mejoras significativas que ha tenido en cuanto a la producción interna, por su aporte a la seguridad alimentaria básica en los países en vía de desarrollo. “Se estima que la agricultura sigue siendo la fuente única de recursos económicos en alrededor del 70 % de la población rural de menores ingresos en el mundo, donde la gran mayoría son pequeños productores” (García, 2006, párr. 2).

Resulta pertinente destacar que los ingresos van ligados directamente a la asignación de recursos productivos y el acceso a la propiedad, la agricultura orgánica nació como opción productiva basándose en la biodiversidad de especies en producción, utilizando prácticas de labranza, conservación de recursos (suelo y agua), utilización de insumos naturales y la prevención de plagas y enfermedades, aprovechando al máximo los recursos locales y reciclables (García, 2006).

Por otro lado, la agricultura convencional en Colombia es una forma económica y viable de trabajar el campo, aunque se arraiga a ciertos factores como es el amarre de paquetes tecnológicos, en donde el pequeño productor o agricultor no está en la capacidad económica de acceder a dicha tecnología de producción e influyendo en problemas de rentabilidad en los

cultivos. Otra causa es la falta de asesoría técnica, la cual conlleva a un mal manejo de los insumos de origen convencional, el cual puede afectar los diferentes tipos de producción agrícola (Correa, 2010).

La agricultura convencional se basa en aumentar la producción agrícola y las ganancias económicas, este modelo utiliza prácticas como labranza intensiva, monocultivos, aplicación de fertilizantes orgánicos y productos de síntesis química para el control de plagas. Teniendo en cuenta que estas prácticas pueden llegar a afectar los recursos naturales y la salud del ser humano (Caldas, 2013). Por lo tanto, es importante señalar que la agricultura convencional produce una gran diversidad de desechos o residuos orgánicos que no son aprovechados, por el contrario, suelen generar impactos negativos hacia el medio ambiente, generando de esa manera contaminación en este último (Acosta & Peralta, 2015).

De acuerdo con lo anterior, es de mencionar que existen formas de generar una agricultura más sostenible con los ecosistemas, recursos naturales, la salud y la economía, donde este tipo de agricultura se basa en la agroecología utilizando herramientas que permitan una producción más sostenible sin afectar el medio ambiente e incrementando la economía campesina (Caldas, 2013). Los abonos orgánicos suelen ser recomendados para el beneficio del suelo, además ayudan a mantener y mejorar la estructura del suelo. También pueden aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrientes para las plantas o cultivos, y favorecen la aireación y oxigenación de suelo, obteniendo una mayor actividad radicular e incrementando la actividad de los microorganismos aerobios presentes en el suelo.

Por lo anterior, se dio inicio al proyecto que propone una alternativa de solución que consiste en la Estandarización y Utilización de Abonos Orgánicos de Bocashi y Compost en el municipio de Facatativá – Cundinamarca, con el apoyo de la Alcaldía Municipal de Facatativá, a través de

la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente, en donde el pequeño productor puede acceder a los recursos y beneficios que son de gran utilidad en el establecimiento de sus cultivos (Restrepo, Gómez, & Escobar, 2014).

De tal forma, con el desarrollo del proyecto se buscó la reutilización de materiales orgánicos que fueran útiles para la elaboración de los abonos orgánicos y mitigar el uso de fertilizantes edáficos, además de generar una conciencia más amigable con el medio ambiente que rodea a los agricultores de las huertas caseras. El proyecto de estandarización pretende que los beneficiarios de las huertas caseras tengan alimentos más sanos y suelos fértiles para la producción de alimentos, en donde se brinde la asesoría técnica para la obtención de buenas cosechas de los usuarios y poder aumentar el número de beneficiados.

3. Planteamiento del problema

El municipio de Facatativá basa su economía en la parte de la agricultura, ganadería y floricultura, donde la parte de la agricultura está basada en cultivos de fresa y hortalizas en grandes producciones, dichos cultivos suelen estar presentes cerca o al borde de fuentes hídricas, los cuales pueden llegar a ser contaminadas por el mal manejo de los agroquímicos de diferentes agricultores; además de esto también se puede evidenciar que la ganadería y agricultura tradicional del municipio genera residuos orgánicos (Alcaldía de Facatativá, 2016).

Por ello, se puede decir que el compost y el bocashi son una idea pertinente de implementación para los pequeños agricultores del municipio de Facatativá, puesto que se generan y reutilizan los diferentes recursos orgánicos, los cuales son aprovechados para incorporarlos nuevamente al suelo, de tal modo que produzcan nutrientes y materia orgánica al suelo (Restrepo *et al.*, 2014).

Por su parte, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente de Facatativá cuenta con un programa de seguridad alimentaria en el que se realizan huertas caseras con los pequeños agricultores que se encuentra dentro del municipio; asimismo, se ha observado el desaprovechamiento de residuos orgánicos producidos por las mismas huertas o familias involucradas en el proyecto, por ende se plantea mejorar esta problemática buscando alternativas y opciones de tratamiento que puedan ofrecer ventajas sobre la eliminación de los residuos y el mejoramiento del suelo, puesto que el pequeño agricultor está sujeto a la compra de abonos químicos que pueden llegar a tener un costo adicional en la producción de los cultivos.

De acuerdo con lo anterior, se plantea la siguiente pregunta: ¿Es posible estandarizar el proceso de fertilización de los hogares de los pequeños agricultores del municipio de Facatativá-Cundinamarca con el fin de ellos replicar el proceso en cultivos vinculados con la Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente?

4. Justificación

Actualmente se atraviesa una gran crisis en el manejo de los desechos, produciendo contaminación en el planeta, desarrollando riesgos a nivel ambiental, causando desbordamientos de los ríos, debilitamiento del suelo, agotamiento de los recursos naturales, entre otros. Por lo anterior, es indispensable tomar medidas para ayudar al mejoramiento del medio ambiente, creando y fomentando conciencia en el manejo de los residuos orgánicos (Bermúdez, 2010).

En muchas ocasiones los residuos orgánicos que se dejan después de una cosecha no son aprovechados por los agricultores, por el contrario, crean un impacto negativo para el ambiente; muchos de estos residuos llegan a ser quemados afectando al suelo y por tanto, produciendo una pérdida de materia orgánica y nutrientes en el suelo (Navarro, Moral, Gómez, & Mataix, 1995).

Se realizara la transferencia de nuevas tecnologías y buenas practicas agrícolas a los agricultores del municipio de Facatativá, enseñándoles a reutilizar los residuos orgánicos para la elaboración de abonos orgánicos como son bocashi y compost, los cuales nutren y fortalecen el suelo. Con la creación de estos abonos se pretende bajar la utilización de fertilizantes edáficos como los nitratos, los cuales pueden generar una contaminación en los acuíferos, haciendo que las algas tengan un mayor crecimiento y produciendo residuos que surgen de la descomposición de estas plantas, lo que afecta la flora y la fauna (GAP, 2008).

Debido a lo mencionado, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente propende por crear conciencia amigable en el aprovechamiento del material orgánico que se genera en los hogares de las huertas caseras, para elaborar un abono orgánico tipo bocashi y compost, el cual sea utilizado para las mismas, ayudando al suelo a recuperar ciertas características que ha perdido.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Estandarizar la producción bocashi y compost, como fertilizante para aplicar a las huertas caseras de pequeños agricultores del Municipio de Facatativá – Cundinamarca.

5.2 Objetivos específicos

- Producir bocashi y compost en cantidades suficientes para aplicar a las huertas caseras, midiendo las variables de temperatura y pH que son de importancia en el proceso.
- Estandarizar las variables y proceso de producción de bocashi y compost en condiciones controladas.
- Identificar las materias primas que permitan la fabricación de bocashi y compost, para las huertas caseras asesoradas por la Umata.
- Capacitar a los pequeños agricultores del municipio de Facatativá para la elaboración de los abonos orgánicos.

6. Marco conceptual

La Agricultura Orgánica se inició a partir del trabajo de una serie de exponentes, a partir de los cuales se dan a conocer los conceptos de cada uno de estos acerca de esta temática.

6.1 Agricultura Biodinámica

Con referencia a lo planteado, el austriaco Rudolph Steiner (1861-1924) planteó la importancia del humus para mantener la fertilidad del suelo y el uso del preparado biodinámica a través de plantas (Koefp, 2001). El inglés Sir Albert Howard (1873-1947) propuso que la verdadera fertilidad de los suelos se debe apoyar en un amplio suministro de materia orgánica y humus (Howard, 2014). Según Bejarano (2013), la agricultura biodinámica debe integrar todos los elementos como son el suelo, animales, cultivos, fuentes hídricas y el ser humano, para tener una interacción mutua con el medio ambiente, donde el ser humano produzca sus alimentos, reflejándose un impacto sostenible en el ámbito económico, ecológico y social.

Este documento se basará en el concepto del autor Bejarano (2013) ya que muestra un concepto sistémico del área agrícola y rural, por lo cual se considera el más pertinente para el uso de la investigación.

6.2 Agricultura Ecológica

En primera instancia, el inglés Sir Albert Howard (1940) expresó que la salud del suelo es lo primordial para el desarrollo de plantas y animales, además de que el ser humano no malgaste los recursos naturales (Howard, 2014). El español Labrador (1996) como se citó en O’Ryan (2012) sostuvo que la agricultura debe ser sostenible sin afectar la fertilidad del suelo, de tal manera que

se sepa manejar los recursos naturales y no depender de productos químicos que puedan afectar al suelo o el medio ambiente.

Por su parte, el español García Dory (1893) como se citó en O’Ryan (2012) argumentó que la agricultura debe evitar la utilización de fertilizantes, pesticidas y regulados de crecimiento, por el contrario, se deben utilizar los abonos minerales, la rotación de cultivos y el estiércol de animales para mantener una buena fertilidad en los cultivos y suelos, de esta forma se tiene un equilibrio con la naturaleza tanto para las plagas como los insectos benéficos.

Entonces, se puede afirmar que la agricultura ecológica se basa en el buen manejo de los recursos naturales, de modo que no se utilicen productos químicos que puedan llegar a afectar tanto al suelo como a las fuentes hídricas, y así lograr tener un equilibrio entre el medio ambiente y el ser humano.

En este documento se basará en los conceptos del autor el inglés Sir Albert Howard (1940), el cual muestra un concepto en el cuidado del suelo que es lo primordial para el desarrollo de una agricultura más sostenible, por ende este concepto se considera lo más pertinente en el uso de la investigación.

6.3 Permacultura

En primer lugar, es importante mencionar a los australianos Mollison y Holmgren (1970) como se citó en Acosta (2015), quienes hicieron hincapié en los temas vinculados a los asentamientos humanos y no solo la producción agrícola, señalando que la agricultura es la ciencia sobre el cuidado de la tierra. El austriaco Sepp Holzer (2002) como se citó en Mueller (2011) que la permacultura es el restablecimiento y la recuperación de la tierra, donde se permita crear zonas para la captación de agua, generando un equilibrio con la agricultura.

Por otra parte, La Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre, Cruz y Cabrera (2015) de Cuba lograron que la permacultura beneficiara a las personas y el mundo natural, donde se pudiera vivir en unión con la naturaleza. El mexicano Madrigal (2015) tomó la permacultura como la base de la diversidad de los ecosistemas, que son la unificación de todo el planeta tierra. De tal forma que se reconoce como una manera sustentable de proporcionar alimentos, tanto al ser humano como a los animales.

Por tanto, se puede concluir que la permacultura es la base del cuidado de la tierra, donde se tiene una interacción de la agricultura con la naturaleza, sin afectar los ecosistemas y haciendo un uso racional del agua para mantener un buen equilibrio con el ser humano. Para este documento se basará en el austriaco Sepp Holzer (2002) donde muestra un concepto en el cuidado y recuperación de la tierra permitiendo crear zonas de captación de agua, permitiendo el uso de estas fuentes de forma razonable en la agricultura. Por lo contrario se considera que este concepto es el más pertinente en el uso de la investigación.

6.4 Agricultura Regeneradora

[Acerca de esto], el americano R.D. Rodale –hijo- (1981) propuso que la agricultura orgánica debe incorporar a los sistemas agrícolas las tendencias regeneradoras de la naturaleza. Es decir, aplicar a los sistemas agrícolas los mismos procesos de restitución que se generan en la naturaleza. Hoy en día existen en el mundo más de 32.3 millones de hectáreas dedicadas a la producción orgánica que aplican los principios desarrollados por los exponentes de la Agricultura Orgánica en términos de técnicas de generación de abono, producción natural, fertilización y conservación del ambiente. (Peralta, 2009, p. 4)

Por otro lado, el australiano Doherty como se citó en Agricultura Regenerativa (s.f.) consideró que en la agricultura regenerativa no es de gran necesidad el uso de maquinaria y tampoco de

productos de síntesis química, por el contrario, es necesario utilizar los recursos naturales sin aprovecharse de ellos, de modo que se puedan recuperar y acelerar los procesos de regeneración de estos, ayudando al suelo a recuperar características que haya perdido por un mal uso.

Por ende, se puede afirmar que la agricultura regenerativa o regeneradora ayuda a recuperar y aumentar los recursos naturales, para que se produzcan alimentos más sanos y no se tenga que manipular productos de síntesis química. En esta se deben llevar a cabo solamente las prácticas culturales como la rotación de cultivos, la recuperación de las capas del suelo; además debe ser social, política y económicamente rentable para el agricultor.

En este documento se basará en el autor Darren Doherty, en donde propone que en la agricultura el uso de maquinaria no sea excesivo, ya que puede perjudicar la salud del suelo haciendo cambios en su estructura. Por lo contrario se considera que este concepto es el más pertinente para la investigación

6.5 Agricultura Natural

Haciendo referencia a esta temática, el japonés Okada (1882-1955) como se citó en MOA Internacional (s.f.) señaló la importancia de la armonía entre los seres humanos y todos los tipos de vida posibles, planteando que para siembras exitosas es necesario conocer la naturaleza del suelo, es decir, sus componentes naturales. El también japonés Masanobu Fukuoka (1985) argumentó que la importancia de este tipo de agricultura es que logre ser lo más natural posible, sin llegar arar el suelo, evitando usar fertilizar y plaguicidas, ya que se estaría interviniendo con la riqueza de la naturaleza y se podrían llegar a perder microorganismos de gran importancia para el suelo.

Por lo anterior, resulta pertinente decir que la agricultura natural trata de velar por el cuidado de la tierra, evitando el uso de productos de síntesis química y la realización de labores que sean

innecesarias sobre el suelo, donde el crecimiento de los recursos naturales y el ser humano se encuentren en equilibrio para el bien común de la tierra.

Para este documento se basara en el Japonés Mokiti Okada. Donde señala que el ser humana debe estar en armonía con el planeta tierra permitiendo un buen equilibrio y poder tener cosechas exitosas. Por lo contrario se considera que este concepto es el mas pertinente en el uso de la investigación.

6.6 Agricultura Orgánica

En lo que concierne a la Agricultura Orgánica, se puede mencionar a la británica Lady Eve Balfour (1920-1930), quien buscaba que la agricultura fuera sostenible y que no se afectara el medio ambiente con prácticas inadecuadas, que se lograran producir alimentos más sanos para los seres vivos, sin hacer un mal uso de la biosfera y del suelo (Botella, 2005). “El americano J.L Rodale (1898-1971), continuador de los postulados de Sir A. Haward, planteó que los alimentos orgánicos promueven la salud de las personas y que las técnicas orgánicas utilizadas para producir aumentan la fertilidad natural de los suelos” (Peralta, 2009, p. 3).

Por su parte, el suizo Müller (1930) como se citó en Howard (2014) aseveró que la agricultura orgánica fuera sustentable y que el agricultor tuviera un bienestar económico, social y político, donde se lograra tener una producción ordenada sin alterar su bienestar. Además, al inglés Albert Howard se le reconoce como el padre de la agricultura orgánica, la mayoría de su trabajo fue realizado en India, donde llevó a cabo el proceso de composta y concluyó que la salud del suelo es lo primordial para el desarrollo de plantas y animales.

Para este documento se basara en la británica Lady Eve Balfour la cual muestra un concepto en donde la agricultura fuera mas sostenibles y se pudiera producir mas orgánicamente posible. Por lo contrario se considera que este concepto es el mas pertinente en el uso de la investigación.

6.7 Abonos orgánicos

La agricultura orgánica no solo es el compost, sino que también hay otros abonos que pueden llegar a cumplir las mismas funciones, entre ellos se encuentra el lombricultivo, el bocashi, las vermicompostas, entre otros. Estos abonos tienen ciertas características tanto físicas como químicas, de forma que interactúan con el suelo aportando nutrientes y mejorando características físicas, químicas o biológicas (Ortega, 2012). Los abonos orgánicos se basan en la utilización de residuos o materiales orgánicos, estos abonos pueden ser biofermentados, abonos verdes y bocashi. En estos abonos juegan un papel importante los microorganismos, debido a que estos son indispensables en la preparación de los abonos (Estrada, 2010).

Cabe señalar que los abonos orgánicos son de dos tipos: por un lado, los sólidos (compost, lombricompost y *bocashi*), estos abonos pasan por un proceso aerobio o anaerobio y una vez que cumplan ciertas fases son utilizados en el suelo, ayudándolo a obtener mejores características. Por otro lado, los abonos líquidos (caldo súper cuatro, purines caldo agropus, entre otros) son por lo general de procesos anaerobios, y su material más importante es el estiércol animal (bovino, equino o gallinaza) (Gómez & Tovar, 2008).

6.8 Residuos

Se puede definir como residuo a aquello que es generado por algún tipo de producto o material. Por lo general son materiales ineficientes en la producción de bienes y servicios. Los residuos agrícolas se pueden definir también como materiales sobrantes producidos por alguna

actividad, de manera que en la reutilización de estos residuos se debe conocer su origen y poder aprovechar todo su potencial (Fogwill, Chidiak, Cinquangelis, & Forgiane, s.f.). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico considerará que los residuos son el material generado por actividades de producción y consumo que no alcanzan un valor económico (Alcaide, 2012).

6.9 Principales residuos orgánicos

Los residuos orgánicos pueden ser endógenos o exógenos, los residuos endógenos son generados por los agroecosistemas y ecosistemas, llegan al suelo y se realiza la descomposición sin intervención del hombre, estos residuos por lo general son producidos por las cosechas, el estiércol de bovinos y equinos. Por otra parte, los residuos exógenos se refieren a la intervención que el hombre realiza para obtener su descomposición y así ser aprovechados en diferentes ecosistemas, la descomposición de estos elementos se puede realizar por medios de compost y lombricultivos (Restrepo *et al.*, 2014).

6.10 Residuos urbanos

La mayoría de estos residuos son derivados de las viviendas, las empresas y las instituciones educativas, generalmente no son peligrosos, muchos de estos no son aprovechados correctamente y no se utilizan. Los residuos urbanos se pueden clasificar en peligrosos y naturales, se pueden encontrar en áreas verdes, zonas agropecuarias y residuos de construcciones como los escombros (Alcaide, 2012).

6.11 Residuos agroindustriales

Muchos de los residuos de agroindustrias son fuente de material orgánico, los cuales se pueden llegar a reutilizar como en la elaboración de abonos orgánicos o como fuente de nutrientes para el suelo. Los materiales que se pueden encontrar a partir de los residuos de las agroindustrias son el bagazo, el cisco de café, la cascarilla de arroz y diversas cáscaras de fruta (Restrepo *et al.*, 2014).

6.12 Residuos agrícolas

Los residuos agrícolas son generados por fincas productoras tanto agrícolas como ganaderas. Los residuos más comunes que llegan a producir son los derivados de cosechas como leguminosas y también los desechos de estiércol bovino o equino, los cuales pueden generar un impacto negativo al medio ambiente si no se les da un buen uso (Navarro & et al., 1995).

7. Marco teórico

7.1 Factores en el proceso de la elaboración del bocashi

7.1.1 Temperatura

La temperatura es primordial para el incremento de la actividad microbiológica del bocashi. Una vez realizada la mezcla de todos los materiales, se espera de 12 a 24 horas, lo adecuado es que el bocashi presente temperaturas de 50 °C. El bocashi tiene dos etapas: la primera es *la fermentación*, la cual puede lograr una temperatura de 70 – 75°C; y la segunda es de *maduración* donde la temperatura comienza a disminuir (Castillo, 2015).

7.1.2 Humedad

El bocashi debe tener una humedad óptima para ser más eficiente y llevar un buen proceso de fermentación; esta humedad puede estar entre el 50 % y el 60 %. Cuando se tiene una humedad mínima de 35 % se da una descomposición aeróbica, la cual hace que la mezcla sea más lenta (Restrepo *et al.*, 2014).

7.1.3 pH

El nivel más útil para los microorganismos que se encuentra en la mezcla del bocashi oscila entre 6 y 7.5 (Piedrahita & Cavides, 2012).

7.1.4 Aireación

Para el bocashi, el oxígeno es fundamental para la fermentación del abono; la mezcla debe presentar una concentración de oxígeno del 6 % al 10 %. Si se da un exceso de humedad, los

microporos presentan un estado anaeróbico, el cual perjudica la preparación del abono, obteniendo como resultado un producto de mala calidad (Piedrahita & Cavides, 2012).

7.1.5 Beneficios del compost

Efectos en la estructura del suelo. El compost debido a su estructura aterronada, facilita la formación de conglomerados del suelo, permitiendo así mantener una correcta aireación y humedad del mismo.

Efectos sobre la salud del suelo. Se trata de un producto natural, sin compuestos químicos y libre de patógenos. En muchos casos actúa como bactericida y fungicida.

Efectos sobre los nutrientes de las plantas. Al ser un producto rico en nutrientes y macronutrientes, se convierte en un excelente abono para las plantas.

Beneficios económicos. No es necesario comprar este producto ya que se obtiene de un proceso muy sencillo que se puede realizar en el hogar. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [MARM], 2008, p. 12)

7.1.6 Proceso de compostaje

El proceso de compostaje consiste en la degradación de la materia orgánica mediante su oxidación y la acción de diversos microorganismos presentes en los propios residuos.

Este proceso de descomposición de la materia orgánica dura aproximadamente entre cinco y seis meses. (MARM, 2008, p. 18)

7.1.7 Fase de latencia y crecimiento

Este periodo es la adaptación de los microorganismos en su nuevo medio, para poder hacer la multiplicación y colonización de los residuos orgánicos. Para esta fase se deben dejar pasar cuatro días; después se procede a la degradación por bacterias mesófilas, estas bacterias actúan a una temperatura aproximadamente 50°C (MARM, 2008).

7.1.8 Fase termófila

Dependiendo del material de partida y de las condiciones ambientales, el proceso puede durar entre una semana en sistemas acelerados, y uno o dos meses en sistemas de fermentación lenta, como consecuencia de la intensa actividad de las bacterias y el aumento de la temperatura alcanzada en la pila de residuos, donde provoca la aparición de organismos termófilos (bacterias y hongos).

Estos organismos actúan a temperaturas mayores (entre 60 y 70° C), produciendo una rápida degradación de la materia. La temperatura alcanzada durante esta fase del proceso garantiza la higienización y eliminación de gérmenes patógenos, larvas y semillas.

Pasado este tiempo, disminuye la actividad biológica y se estabiliza el medio. (MARM, 2008, p. 19)

7.1.9 Fase de maduración

Este periodo es un poco más demorado, puesto que se demora unos meses a una temperatura ambiente. Se producen dos reacciones: la condensación y la polimerización de compuestos carbonato, los cuales forman los ácidos húmicos y fúlvicos (Román *et al.*, 2013).

7.2 Parámetros del proceso de compostaje

7.2.1 Temperatura

La temperatura del abono de compost tiene tres fases: 1) la temperatura varía en la primera fase de latencia y crecimiento, se tiene una temperatura de 15-45°C; 2) en la siguiente fase de termófila debe estar entre 45 °C-70°C; y 3) en la última fase debe ser inferior a los 40°C (Silva, López, & Valencia, s.f.)

7.2.2 Humedad

Para un buen compostaje se debe tener un proceso de buenas condiciones. Para el intervalo de la humedad debe estar de 40 % – 65%, con el fin de que haya un paso de nutrientes y microorganismos (Robles, 2015).

7.2.3 Aireación

Para tener un buen compostaje, el oxígeno es uno de los elementos claves ya que las bacterias aeróbicas absorben el oxígeno; este sirve como fuente de energía para vivir y poder expulsar gas carbónico y agua, adquiriendo un olor a tierra de bosque (Palmero, 2010).

7.2.4 pH

En el compostaje el pH es de gran importancia, debido a su primer fase donde se está procesando, el pH se acidifica formando ácidos orgánicos; después se pasa a la fase termófila donde el pH sube y alcaliniza por la conservación del amonio. Luego de haber pasado por estas fases, el pH tiene unos valores neutros, estos valores definen la supervivencia de los microorganismos, en donde la actividad bacteriana se realiza con un pH 6,0 – 7,5 mientras que la

fúngica es de 5,5-8,0. Se dice que el rango ideal del compost es de 5,8 a 7,2 (Román *et al.*, 2013).

8. Diseño metodológico

Se realiza un tipo de estudio descriptivo que permita identificar la población del estudio.

8.1 Población de estudio

La población que se escoge para el proyecto de investigación son los pequeños agricultores del municipio de Facatativá en las veredas Alto de Córdoba y Santa Marta que están trabajando con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente en las huertas caseras. La vereda Alto de Córdoba se encuentra aproximadamente a 5 kilómetros del municipio de Facatativá. A la vereda se puede entrar por la vía de la calle 80, la cual se comunica con Bogotá y con los municipios de Subachoque, Tenjo, Chía, Zipaquirá y la Vega; la vereda Santa Marta se encuentra ubicada al occidente del municipio, aproximadamente a 3 kilómetros del municipio de Facatativá. La vía de acceso para entrar a la vereda también es por la calle 80.

8.2 Muestra

La muestra se representa por solo cuatro agricultores que están vinculados en el proyecto de Estandarización y utilización de abonos orgánicos de Bocashi y Compost en el municipio de Facatativá-Cundinamarca, con el apoyo de la Alcaldía Municipal de Facatativá, a través de la Secretaría De Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente. Para las huertas que trabajaron el compost se realizaron las siguientes cantidades: en el Centro de Discapacidad Manuel González Correal se realizaron dos compost, ambas tuvieron el mismo peso de 260 kg. Para el Centro de bienestar del anciano San José se realizó un compost de 120 kg; y para el I.E.M. Juan XXIII Técnico En Administración Agropecuaria y Procesos Industriales se realizó un compost de 640 kg.

Por otra parte, las huertas que realizaron el bocashi fueron: el Centro de Discapacidad Manuel González Correal, en este centro se hizo un bocashi que tuviera un peso de 130 kg. Para el señor José Coy se realizó un bocashi de 80 kg. Los muestreos de los abonos se realizaron tres veces a la semana y fueron seis muestras recopiladas en cada uno. A estos abonos se les tomó temperatura y pH; adicionalmente, se tomaba una muestra para percibir su olor y poder determinar su estado.

8.2.1 Recolección de muestras

Para la estandarización en la producción de bocashi y compost se identifican las huertas con las que trabaja la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente en el municipio de Facatativá y se les explica el proyecto que se va a ejecutar en compañía de la misma, dándoles la opción de hacer parte del proyecto en curso. Vinculadas los predios, se lleva a cabo una visita para conocer el área de las huertas donde se implementarían los abonos orgánicos tipo bocashi y compost.

Seguidamente, conocida el área, se realizan los cálculos para el bocashi con base en la literatura de Ramos y Terry (2014), quienes sugirieron que por m² se utilicen 2 kilos de bocashi; y para los cálculos del compost en la literatura de Román *et al.* (2013), quien indicó que se debe realizar el doble de compost dado que se pierde el 50 % en todo su proceso. Teniendo en cuenta el área se procede a conocer qué cantidad de abono se debe elaborar para cada una de las huertas del proyecto. Con los cálculos realizados, se pasa a elaborar los diferentes abonos en cada huerta vincula en el proyecto.

Es preciso decir que para la elaboración del bocashi los materiales que se usan para este son: cascarilla de arroz, tierra negra, estiércol de bovino, ceniza de carbón vegetal y cal dolomita; realizando una mezcla de estos, sin importar su orden. Una vez obtenida la mezcla se le adiciono

agua, melaza y levadura homogéneamente. A continuación se realiza la prueba de puño que consiste en tomar una pequeña parte de la mezcla con la mano y después cerrar el puño ejerciendo una fuerza, de modo que debe desprender cinco u ocho gotas de agua. Para el compost se realiza la misma prueba, y los materiales que se utilizan para este son los siguientes: palos de madera, cascarilla de arroz, residuos de cocina, resto de cosecha, pasto, tierra, pasto seco y estiércol. La elaboración del compost se lleva a cabo en el siguiente orden: una capa de trozos de madera, una capa de tierra negra, una capa de residuos de cosecha, restos de cocina o pasto verde, una capa de estiércol, una capa de cascarilla de arroz o pasto seco, una capa de tierra negra. Se repiten los materiales dependiendo la cantidad necesaria. Cuando se ha hecho el compost se adiciona una mezcla de agua y melaza.

Así, una vez elaborados los abonos se realizan tomas de muestra de temperatura y pH, las cuales se hicieron entre semana, día de por medio y controlando cambios de clima como lluvia, sol y viento. Teniendo en cuenta la literatura consultada, se deben conocer las temperaturas adecuadas para la fabricación del bocashi y compost, comparándolas con las ya tomadas.

Se realizará un test de normalidad Shapiro Wilk y posteriormente un análisis de varianza (ANOVA) a las siguientes variables:

- a) Temperatura de preparación de Bocashi
- b) pH de preparación de Bocashi
- c) Temperatura de preparación de Compost
- d) pH de preparación de Compost

En donde se evaluarán las siguientes hipótesis:

H_0 = No hay diferencia significativa entre tratamientos

H_a = Si hay diferencia significativa entre tratamientos

Si $p(\text{valor}) > 0.05$ se acepta H_0 ; es decir no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Si $p(\text{valor}) < 0.05$ se acepta H_a ; es decir si hay diferencia significativa entre tratamientos.

Para el análisis anteriormente mencionado se utilizará el programa estadístico R-project versión 3.4.4 (2018-03-15)

Seguidamente, se elabora un folleto con información sobre qué es un abono orgánico, tipos de abonos orgánicos, definición de bocashi y compost, y abonos que se trabajaron con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente, En las últimas hojas, los materiales necesarios para elaborar los abonos realizados con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente. El folleto cuenta con un cuestionario donde se mencionan los materiales que se necesitan para cada abono. Se realiza una capacitación en las instalaciones de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente, explicando todo el tema de los abonos orgánicos, su utilización, beneficios y preparación.

9. Resultados y discusión

9.1 Estandarización de la producción bocashi y compost Producción de bocashi y compost en cantidades suficientes

Se realizó la estandarización de la producción de bocashi y compost con cuatro huertas caseras del municipio de Facatativá, en donde se tomaron en cuenta el día de su elaboración, las tomas de temperatura y pH; además, se determinaron las cantidades óptimas de abono para cada una de las huertas debido a que estas tenían áreas diferentes.

Para determinar la cantidad óptima que se debía producir de bocashi se verificó el área que tenía cada una de las huertas caseras. Para el Centro de Discapacidad Manuel González Correal que cuenta con un invernadero de un área de 130 m², en la cual se dividió el área en dos partes iguales de 65 m²; una para el bocashi y la otra para el compost. Con base en el estudio de Ramos y Terry (2014) se recomienda utilizar 2 kg por m². Se manejó la respectiva proporción con un volumen total por pila de 130 kg. En el caso del bocashi II que es el del señor José Coy, el área es de 40m², se prepararon 80 kg. En la huerta del señor José Coy se realizó solo el abono bocashi ya que no contaba con en el espacio suficiente; la elaboración de este se realizó el día 26 de marzo del presente año.



Figura 1. Elaboración de bocashi I (Centro de Discapacidad Manuel Gonzáles Correal)

Fuente: toma propia

En esta figura se muestra el resultado del material utilizado para la preparación del bocashi I. Se dejó durante 8 días sin ningún volteo debido a actividades extracurriculares en el Centro de Discapacidad Manuel González Correal, pues no se permitía el acceso a las instalaciones. Los abonos bocashi I se realizaron en lugares que estuvieran cubiertos (muy cerca a la entrada, ya que era el único espacio disponible) para evitar factores adversos como el sol, el viento y la lluvia, puesto que influyen en el proceso de la fermentación; lo ideal es que el piso sea de cemento para realizar los volteos del bocashi I. Para mitigar la pérdida de temperatura se colocó plástico negro en las noches.

Tabla 1. *Ingredientes para la elaboración de bocashi*

Ingredientes para la elaboración de bocashi en kg									
Materiales	Cascarilla de arroz	Tierra	Estiércol	Ceniza de carbón vegetal	Cal dolomita	Melaza	Levadura	Agua	Total Kg
		67.4							
Bocashi I	36 kg	kg	10 kg	5 kg	2.6 kg	4 kg	5 kg	12 l	130
Bocashi II	15 kg	35 kg	15 kg	8 kg	2.6 kg	2.4 kg	2 kg	8 l	80

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 1 se observa la cantidad necesaria para producir los dos bocashi de las dos huertas trabajadas. Se puede analizar que en el bocashi II (José Coy) se utilizó más estiércol de bovino que en el bocashi I (Centro De Discapacidad Manuel González Correal), ya que en la huerta del señor José Coy se tenía la facilidad de conseguir el estiércol de bovino que es buena fuente de nitrógeno. Bertolí, Terry y Ramos (2015) afirmaron que el estiércol de bovino ayuda a mejorar características del suelo, incrementando los nutrientes en la misma.

Igualmente, en la Tabla 1 se muestra que en el bocashi II se utilizó más ceniza de carbón vegetal, pues los propietarios de la huerta cuentan con una cocina de leña, generando grandes

cantidades de ceniza. En el bocashi I se adicionó más levadura ya que se tuvo la facilidad de conseguirla, por medio del restaurante que tiene el Centro de Discapacidad Manuel González Correal.



Figura 2. Elaboración de Bocashi II (José Coy) en la vereda Alto de Córdoba

Fuente: toma propia

Como se evidencia en la Figura 2, se realizó la elaboración del bocashi II en el patio de la casa del señor José Coy, para evitar que las condiciones externas afectaran el abono. En el bocashi II no hubo factores adversos, dado que el patio contaba con cubierta y el piso era de cemento. Los dos abonos se hicieron bajo cubierta.

Además, la realización de la toma de variables de temperatura y pH se llevó a cabo desde el 2 de abril hasta el 13 de abril del 2018; estas fueron de gran importancia para la elaboración del bocashi, las temperaturas se tomaron tres veces a la semana. Posteriormente, los datos arrojados se recopilaron para realizar su respectivo análisis.

Tabla 2. Promedio de temperatura de los dos bocashi realizados

	T°C/DÍA					
Días	02-abr	04-abr	06-abr	09-abr	11-abr	13-abr
Bocashi I	20,8	22	22	22,6	23,1	23,7
Bocashi II	22,6	23	24	24,5	25	25,4

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la Tabla 2, estos fueron los datos obtenidos de temperatura que arrojó cada uno de los bocashi, y a su vez se recopilaron para realizar su análisis. Se llevaron a cabo tomas de temperatura de los dos bocashi realizados en el municipio de Facatativá, luego se pasaron los datos obtenidos a la tabla para realizar las comparaciones de las temperaturas tomadas.

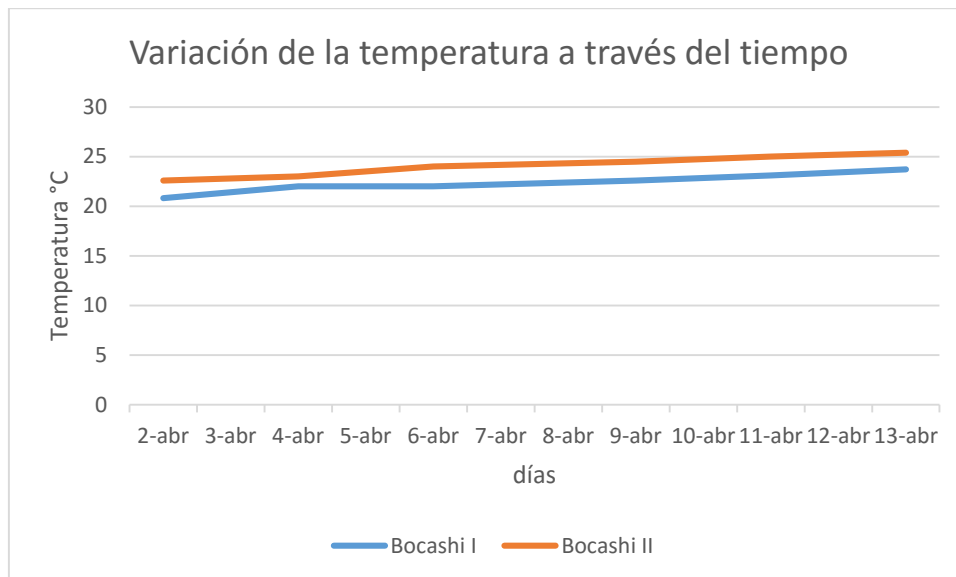


Figura 3. Variación de la temperatura a través del tiempo del bocashi

Fuente: elaboración propia

En esta instancia, vale destacar que el bocashi que presentó la temperatura más baja fue de 20,8°C. Este bocashi I pertenece al Centro de Discapacidad Manuel González Correal. Por el

contrario, el bocashi que mostró una temperatura de 22,6°C que corresponde al bocashi II, el cual siempre mostró temperaturas más altas que el bocashi I.

Otra observación que se puede mencionar es que el bocashi I mostró la misma temperatura de 22°C dos veces. Estas temperaturas correspondían a los días 4 y 6, durante estos días se realizó el volteo del bocashi I, permitiendo compactar más la mezcla y con esto poder generar un poco más de temperatura. En el desarrollo del proyecto realizado, la temperatura más alta fue de 25,4°C. Sin embargo se observó, en comparación con las temperaturas obtenidas por Piedrahita y Cavides en el 2012, quienes hicieron cinco tratamientos de *bocashi* con diferentes materiales, obteniendo la temperatura más alta de 29°C, registrada a los 12 días desde el inicio del experimento.

De acuerdo con ello, se dedujo que el bocashi I no pudo alcanzar las temperaturas similares a los de Piedrahita y Cavides, debido a que su elaboración no se realizó en piso de cemento, sino que fue desarrollado bajo invernadero y en suelo de tierra. En donde hubo una mayor penetración de los rayos solares y una filtración de agua de lluvia, la cual pudo ser la causa de no alcanzar los valores adecuados. Cabe mencionar que Restrepo (2002) afirmó que la ceniza de carbón vegetal es parte fundamental para el aumento de la temperatura en el *bocashi* e incrementando la actividad microbiológica; como se pudo observar en la Tabla 1, la cantidad de ceniza de carbón vegetal no fue suficiente para el bocashi elaborado. Se puede decir que mejoraron las características físicas del suelo con aireación, absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad benefició la actividad macro y microbiológica de la tierra; al mismo tiempo, funcionó con el efecto tipo "esponja sólida", el cual consistió en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo.

Tabla 3. Promedio de pH de los dos bocashi

Días	pH/Día					
	02-abr	04-abr	06-abr	09-abr	11-abr	13-abr
Bocashi I	5	5,3	5,7	5,9	6,1	6,1
Bocashi II	5,5	5,8	5,9	6,2	6,4	6,4

Fuente: elaboración propia

De esta forma, en la Tabla 7 se muestran los datos obtenidos de pH que arrojó cada uno de los bocashi. Estos datos se recopilaron para realizar su análisis, se hicieron tomas de pH a los dos bocashi realizados en el municipio de Facatativá; posteriormente se pasaron los datos obtenidos a la tabla para realizar comparaciones de las temperaturas tomadas.

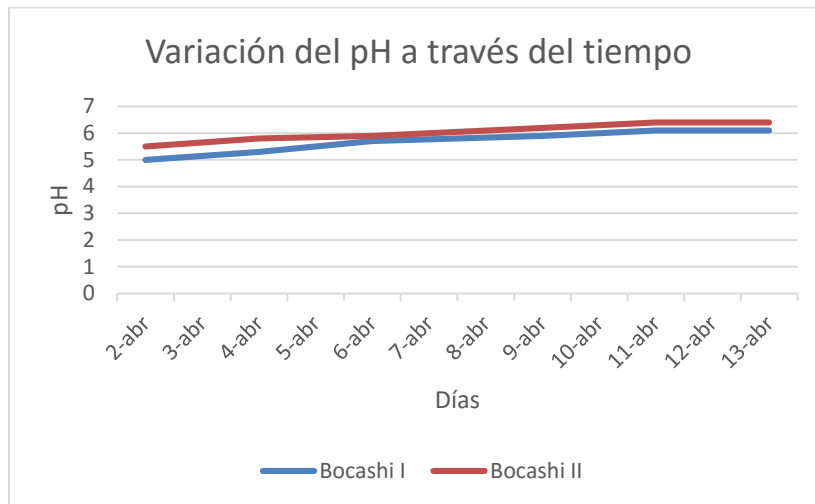


Figura 4. Variación del pH a través del tiempo del bocashi

Fuente: elaboración propia

En la Figura 4 se puede observar que los pH muestreados en los dos bocashi cuentan con cierta similitud. Se encuentran en un rango ácido de gran importancia ya que inicia la actividad microbiana, la cual permite la descomposición de la materia orgánica agregada a las mezclas del bocashi. Además, se observa que cada vez que está aumentando la temperatura el pH del bocashi se incrementa de igual forma.

De igual modo, para la elaboración del compost se determinó qué cantidad era necesaria para el Centro de Discapacidad Manuel González Correal, para el Centro de Bienestar del Anciano San José y para el Colegio I.E.M. Juan XXIII Técnico en Administración Agropecuaria y Procesos Industriales. Revisando la literatura Román *et al.* (2013), estos recomendaron utilizar 4 kg por m². Los primeros compost que se realizaron fueron los del *Centro* de Discapacidad Manuel González Correal que tenía un área de 65m²; esta área se dividió en dos para la realización de los compost, las áreas quedaron de 32.5m² para cada uno. De acuerdo con esto, los 32.5m², se multiplicaron por los 4 kg que se utilizan por m², es decir que se debían hacer 130 kg por cada 32.5m².

Por otro lado, Román *et al.* (2013) también recomendaron hacer el doble de compost puesto que se logra perder un 50 % de material. En el Centro de Discapacidad Manuel González Correal se realizó cada pila de compost de 260 kg. En el del Centro de Bienestar del Anciano San José tenían un área de 90 m², donde se debía realizar una pila de compost de 720 m², pero por falta de espacio en la huerta se optó por hacer una pila más pequeña de 120 kg. De estos 120 kg se perdería el 50 %, teniendo 60 kg que serían utilizados en 15m².

Igualmente, en el Colegio I.E.M. Juan XXIII Técnico en Administración Agropecuaria y Procesos Industriales los estudiantes de grado décimo A tienen un área de 200m². Por consiguiente, se debía preparar una pila de compost de 800 kg, pero se realizó un compost más pequeño debido a que no se contaba con el espacio suficiente y el material necesario para su elaboración. Se procedió a realizar un compost para 80 m², este tuvo un peso de 640 kg.

Tabla 4. *Ingredientes utilizados en la elaboración de compost*

Ingredientes para la elaboración del Compost en kg										
	Palos de madera	Cascarilla de arroz	Residuos de cocina	Resto de cosecha	Tierra	Past o seco	Estiércol	Melaza	Agua	Total Kg
Materiales Compost I	10.4	31.2	67	35	85	26.2	-	5.2	15 l	260
Compost II	10.4	31.2	67	35	85	26.2	-	5.2	15 l	260
Compost III	-	12	26	9	50	18	-	5	15 l	120
compost IV	15	-	-	110	320	50	135	10	25 l	640

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 4 se observa que durante la realización de los primeros tres compost se utilizó la misma cantidad de agua, independientemente de que fuera mayor o menor el área, en comparación con el compost IV que fue el doble de los otros tres compost. A los compost I y II que cuenta con la misma área fue necesario suministrarles la tierra, dado que no contaban con tierra suficiente para la realización del compost. En el compost IV no se utilizaron materiales como la cascarilla de arroz y los residuos de cocina, puesto que no se producían en el predio; estos materiales se lograron suplir con pasto seco y pasto verde.

Cabe señalar que en los tres primeros compost no se adicionó estiércol porque no se contaba con la facilidad de obtener el materia; a cambio de este se agregó materiales como la cascarilla de arroz y los residuos de cosecha y de cocina, ya que se contaba con la facilidad de obtenerlos. La toma de variables de temperatura y pH se realizó tres veces a la semana, siendo muy importante para la elaboración del compost; posteriormente, los datos arrojados se recopilaron para realizar su respectivo análisis.

Tabla 5. Promedio de temperatura de los cuatro compost realizados

Días	T°/DÍA					
	02-abr	04-abr	06-abr	09-abr	11-abr	13-abr
Compost I	17,5	18,2	19	19,8	20,5	21,4
Compost II	17	17,8	18,3	18,8	19,6	20,2
Compost III	15,8	16,5	17,8	18,6	19,1	20,4
Compost IV	17	17,8	18,4	19,3	19,8	20,7

Fuente: elaboración propia

Ahora, en la Tabla 5 se exponen los datos obtenidos de temperatura que arrojaron los cuatro compost elaborados en el municipio de Facatativá para su debido análisis. La toma de los datos recopilados se llevó a cabo desde el 2 de abril, haciendo tres mediciones semanales por cada pila de compost, para obtener seis datos de la misma y un total de 24.

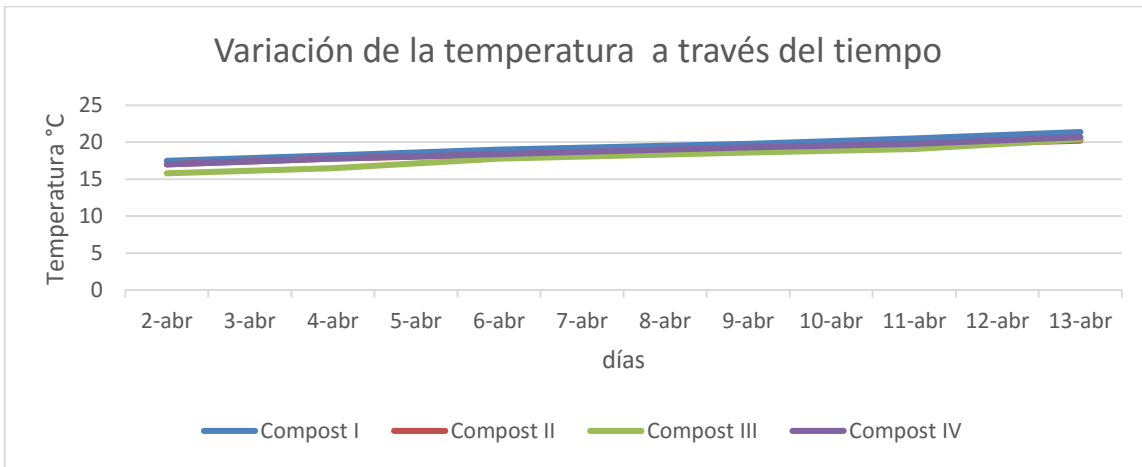


Figura 5. Variación de la temperatura a través del tiempo del compost

Fuente: elaboración propia

De tal manera, se evidenció que el compost III del Centro de Bienestar del Anciano San José inició con una temperatura baja de 15,8 °C, en contraste con los otros compost que tuvieron una temperatura de 17°C cada uno. En la gráfica anterior se muestra que al inicio se repitieron las temperaturas de los compost II del Centro de Discapacidad Manuel González Correal y el

compost IV del I.E.M. Juan XXIII Técnico en Administración Agropecuaria y Procesos Industriales.

Además, el compost que tuvo la temperatura más alta fue el compost I del Centro de Discapacidad Manuel González Correal. En la segunda toma de muestra se pudo notar que el compost II y el compost IV seguían presentado temperatura iguales y el compost III seguía mostrando la temperatura más baja la cual era de 16,5. En la última toma de datos se evidencia que el compost III que venía presentando las temperaturas más bajas, en la última medición, arrojó una temperatura de 20,4°C y el compost II que presentaba unas temperaturas similares al compost IV, en la última medición arrojó una temperatura de 20,2°C. El compost que tuvo las temperaturas más altas fue el compost I del Centro de Discapacidad Manuel González Correal.

Por lo tanto, es preciso decir que en el proyecto ejecutado se obtuvieron temperaturas de 21,4°C; sin embargo, se observa que en comparación a las temperaturas obtenidas por Acosta y Peralta (2015), quienes realizaron seis mezclas de compost, obteniendo temperaturas que oscilaban los 30 °C. De acuerdo con estos resultados, se puede afirmar que las temperaturas resultantes en el proyecto fueron menores; esto pudo deberse a que el compost estuvo expuesto a temperaturas inferiores a las normales debido al clima lluvioso que se presentó durante el mes de abril y pudo influir en que las temperaturas estuvieran bajas porque afectó la captación de luz solar.

Se toma este artículo de comparación ya que obtuvieron unos datos óptimos en condiciones controladas, que permiten tener una referencia de los resultados esperados. Aunque las condiciones de facultativa son diferentes se espera que los datos obtenidos tiendan a hacer los más parecidos a este estudio como punto de comparación.

También se puede mencionar el proyecto de Acosta y Peralta (2015), el cual fue realizado en el municipio de Fusagasugá, donde se obtuvo una temperatura promedio de 19°C, siendo superiores a las del municipio de Facatativá.

Tabla 6. Promedio de pH de los cuatro compost realizados

Días	pH/Día					
	02-abr	04-abr	06-abr	09-abr	11-abr	13-abr
Compost I	4,5	4,9	5,3	5,8	6,1	6,3
Compost II	4,3	4,5	5	5,4	5,6	5,9
Compost III	4	4,2	4,7	5	5,2	5,8
Compost IV	4	4,7	5	5,6	5,9	6,1

Fuente: elaboración propia

Seguidamente, en la Tabla 6 se pueden observar los datos obtenidos de pH que arrojaron los cuatro compost elaborados en el municipio de Facatativá para su debido análisis.

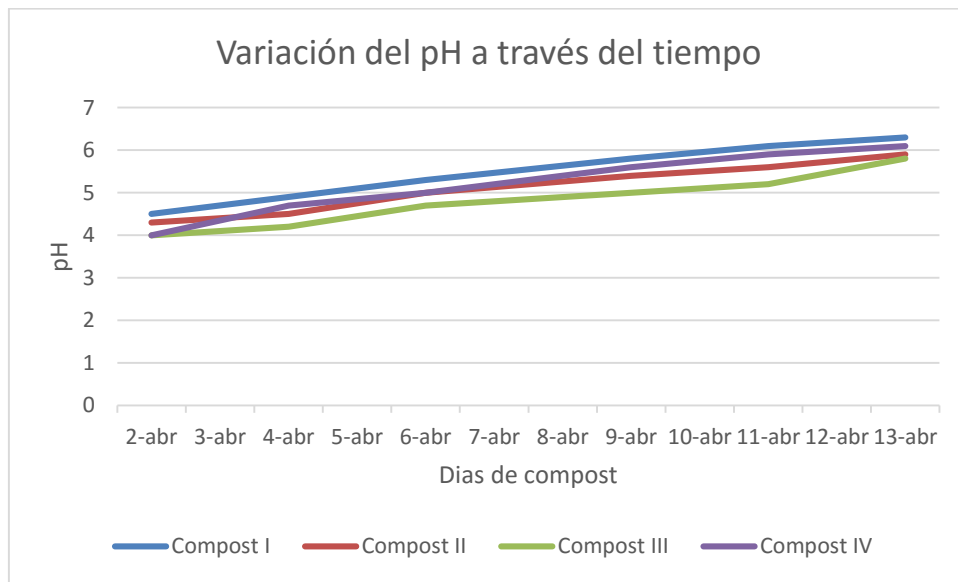


Figura 6. Variación del pH a través del tiempo del compost I

Fuente: elaboración propia

Como se ve en la Figura 10, según los datos obtenidos de las muestras que se realizaron se registra un pH ácido, por el cual se inicia la actividad microbiana y la multiplicación de

microorganismos mesófilos que son los que interactúan en el proceso, como en las Figura 1 y 2 se evidencia que a medida que aumenta la temperatura aumenta el pH.

De igual manera, se puede observar que el compost I tiene un crecimiento superior marcado, en comparación con los otros tres compost. El compost II y IV tienen también un crecimiento similar en las primeras tres muestras; en la cuarta muestra se observa que el compost IV está teniendo un crecimiento similar al compost I.

Con respecto a ello, Román *et al.* (2013) aseguraron que la primer fase es la mesófila, en donde los microorganismos que se encuentran comienzan a realizar la descomposición de fuentes de C y N generando calor, además de este, se obtienen pH ácidos debido a la descomposición de azúcares. Los pH obtenidos en las mediciones pueden ser por la adición de la melaza que contiene niveles altos de carbohidratos, favoreciendo la multiplicación de la actividad microbiológica.

9.2 Test de Shapiro Wilk

Se decidió realizar el Test de Shapiro- Wilk, para conocer que los datos no estuvieran alterados, debido a que los tratamientos fueron realizados en distintos predios y manipulados por los agricultores.

Se realizó un test de normalidad Shapiro Wilk y posteriormente un análisis de varianza (ANOVA) a las siguientes variables:

- a) Temperatura de preparación de bocashi
- b) pH de preparación de bocashi
- c) Temperatura de preparación de compost
- d) pH de preparación de compost

Además, se evaluaron las siguientes hipótesis:

Ho= No hay diferencia significativa entre tratamientos

Ha= Sí hay diferencia significativa entre tratamientos

Si $p(\text{valor}) > 0.05$ = se acepta Ho; es decir, no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Si $p(\text{valor}) < 0.05$ se acepta Ha; es decir, sí hay diferencia significativa entre tratamientos.

Para el análisis mencionado se usó el programa estadístico R-project versión 3.4.4 (2018-03-15).

9.3 Comparación de temperaturas en la preparación de bocashi

Los datos de la presente variable son normales debido a que el Test de Shapiro-Wilk arrojó un valor más alto que el del α :

$$p\text{-value} = 0.6956 > 0,05$$

En la siguiente gráfica se observa la distribución espacial de los datos que tiende a acomodarse a la campana de Gauss gracias al valor obtenido.

32

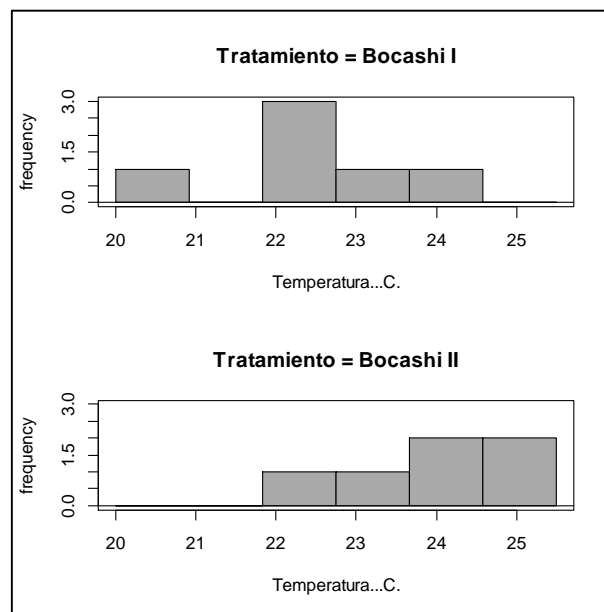


Figura 7. Histograma para la variable temperatura °C en la preparación del bocashi

50

Fuente: elaboración propia

Posteriormente se realizó un ANOVA, cuyos resultante evidenciaron que los datos presentan una diferencia significativa entre tratamientos, puesto que el valor de $Pr(<f)$ fue menor al α :

$$Pr(>f) = 0.0186 > 0,05$$

La siguiente tabla es una comparación entre los parámetros estadísticos de los tratamientos.

Tabla 7. *Comparación de medias entre tratamientos en la variable temperatura °C de la preparación del bocashi*

Bocashi	Media	Desviación estándar
1	22.3	1.0
2	24.0	1.1

Fuente: elaboración propia

Con lo anterior se define que el bocashi con tendencia a tener mayor temperatura fue el Bocashi 2, el cual se realizó en la vereda Alto de Córdoba.

9.4 Comparación de pH en la preparación de bocashi

Igualmente, para la variable de producción acumulada se determinó que los datos son normales, debido a que el Test de Shapiro-Wilk arrojó un valor más alto que el del α . Así:

$$p\text{-value} = 0,4767 > 0,05$$

La siguiente gráfica muestra la distribución espacial de los datos en los diferentes tratamientos:

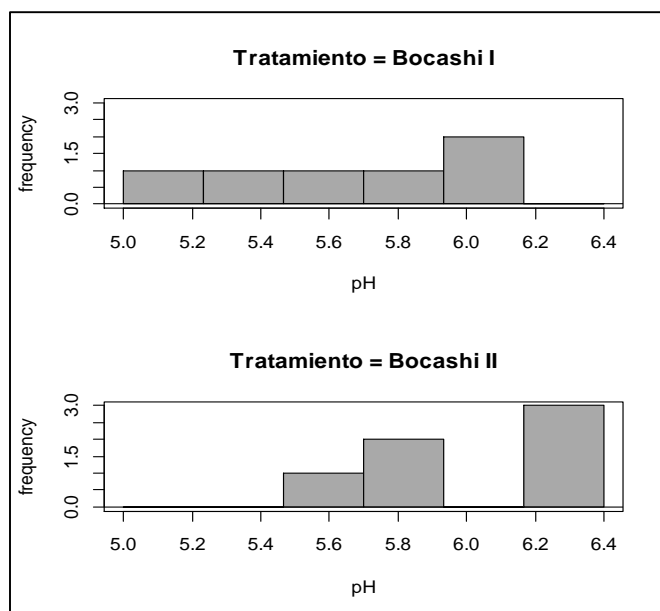


Figura 8. Histograma de la variable pH en la preparación de bocashi

Fuente: elaboración propia

De igual forma, se realizó un ANOVA, cuyos resultados generaron que los datos no presentan una diferencia significativa entre tratamientos, dado que el valor de $Pr(<f)$ fue mayor al α :

$$Pr(<f) = 0,168 > 0,05$$

La siguiente tabla es una comparación entre los parámetros estadísticos de los tratamientos.

Tabla 8. Comparación de medias de la variable pH en la preparación de bocashi

Bocashi	Media	Desviación estándar
1	5.68	0.44
2	6.03	0.36

Fuente: elaboración propia

9.5 Comparación de temperaturas de la preparación de compost

Los datos de la variable de temperatura de preparación del compost, de acuerdo con el test de Shapiro-Wilk y el histograma presentado a continuación, son normales debido a que el p-valor es mayor al α :

$p\text{-value}=0.9755 > 0,05$

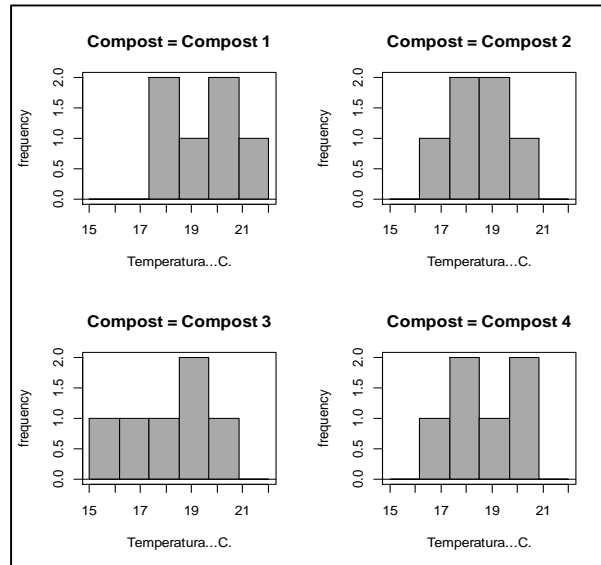


Figura 9. Histograma para la variable temperatura °C en la preparación de compost

Fuente: elaboración propia

De igual forma, mediante el análisis de varianza se puede afirmar que no hay diferencias significativas entre los tratamientos debido a que el valor de $Pr(<f)$ es mayor al α :

$$Pr(<f) = 0,407 > 0,05$$

En la siguiente tabla es posible observar la comparación entre las medias y las desviaciones estándar de los tratamientos en este variable:

Tabla 9. Comparación de medias entre tratamientos en la variable temperatura °C en preparación de compost

Compost	Media	Desviación estándar
1	19.45	1.40
2	18.61	1.17
3	18.03	1.70
4	18.83	1.36

Fuente: elaboración propia

9.6 Comparación de pH en la preparación de compost

Por último, para la variable pH en la preparación del compost se determinó de igual forma la normalidad con el test de Shapiro-Wilk, generando una normalidad en los datos, puesto que el p-valor obtenido es mayor que el α :

$$p\text{-value} = 0,7373 > 0,05$$

Por ende, se realizó un histograma con el fin de determinar la distribución normal de los datos obtenidos, tal como se expone en la siguiente gráfica:

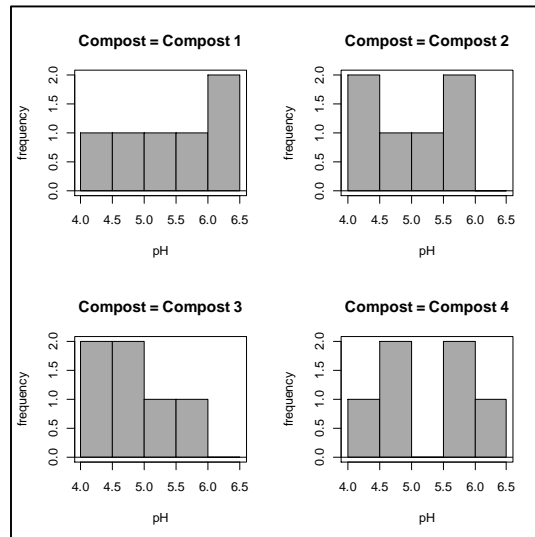


Figura 10. Histograma para la variable pH en la preparación de compost

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la normalidad, es posible utilizar el modelo estadístico del ANOVA con el fin de determinar las posibles diferencias entre los tratamientos mediante la comparación de medias.

De esta manera, no se encontraron diferencias significativas entre ellos debido a que el valor de $\Pr(<f)$ es mayor al α :

$$\Pr(<f) = 0,448 > 0,05$$

Esto se puede evidenciar también en la siguiente tabla donde se aprecia que la comparación entre los estándares estadísticos fue muy similar entre tratamientos.

Tabla 10. *Comparación de medias entre tratamientos en la variable pH en preparación de compost*

Compost	Media	Desviación estándar
1	5.48	0.70
2	5.11	0.63
3	4.81	0.66
4	5.21	0.79

Fuente: elaboración propia

Con lo anterior se define que la condición de la preparación del compost entre los cuatro puntos fue muy similar estadísticamente.

9.7 Variables en el proceso de la elaboración de bocashi y compost

Los abonos como el bocashi se realizaron en lugares que estuvieran cubiertos, con el fin de evitar factores adversos como el sol, el viento y la lluvia, debido a que estos factores influyen en el proceso de la fermentación; lo ideal es que el piso sea de cemento para realizar los volteos del bocashi. Los dos abonos se hicieron bajo cubierta, el bocashi que se realizó en el centro de discapacidad se hizo bajo cubierta, pero muy cerca a la entrada ya que era el único espacio disponible para realizar el proyecto. Para mitigar la pérdida de temperatura se colocó plástico negro en las noches. En el bocashi II no hubo factores adversos, dado que el patio contaba con cubierta y. La elaboración de las pilas de compost se realizaron en una zona descubierta para realizar los volteos respectivos; una vez realizados, se cubrió con el plástico negro para seguir generando calor.

9.8 Estandarizar variables y proceso de producción de bocashi y compost en condiciones controladas

Las variables que se deben tener en cuenta en la elaboración del bocashi son la temperatura que debe superar los 50°C y así incrementar la actividad microbiana del abono; el pH que debe estar entre un rango de 6 a 7.5 para tener una buena actividad microbiana; y la humedad adecuada del bocashi debe estar en un porcentaje de 50 % a 60 %; de lo contrario tendrá una descomposición lenta. Para tener una buena aireación en el bocashi se recomienda realizar dos volteos durante el día para sacar un buen producto.

Ahora bien, la elaboración se deberá realizar en lugares cubiertos que eviten el contacto directo con el sol, el viento y la lluvia ya que estos factores obstruyen el proceso de la fermentación. El lugar en el que se elabore el *bocashi* debe ser de cemento. Las variables que se deben tener en cuenta para la elaboración del compost son:

En primer lugar, la humedad debe estar entre 45 % y 60 %, permitiendo un buen flujo de nutrientes. Por otra parte, se debe tener una buena oxigenación para permitir un buen desarrollo de los microorganismos ya que en el compost su proceso es aerobio. La temperatura en el compost es la más importante, puesto que pasa por cuatro fases, donde la primera fase es de latencia y crecimiento: en esta fase se debe obtener una temperatura de 50°C, en esta se tendrán bacterias mesófilas que hacen el proceso de degradación.

La segunda fase es la termófila, la cual genera bacterias y hongos, permitiendo una temperatura óptima de 70°C, esta se da con el fin de acelerar el proceso de la degradación de la materia; y la última fase es la de maduración, donde el compost debe tener una temperatura ambiente; el pH va muy ligado a la temperatura, donde el rango ideal para el pH en el compost es de 5.8 a 7.2. Para mantener el compost con estas variables se recomienda realizar pilas de 2 m de

largo por 3 m de ancho, así se facilita el volteo de todo el material, y se debe cubrir con plástico negro para generar calor.

9.9 Identificación de los materiales

Para la identificación de los materiales se facilitó un folleto, el cual contiene información relacionada con los abonos orgánicos, los tipos de abonos, información del *bocashi* y compost, la identificación de los materiales necesarios para elaborar los abonos mencionados. Se observó que los folletos suministrados tenían la información precisa para identificar los materiales que se necesitaban para la elaboración de los abonos, que las personas entendieron la información y siguieron las instrucciones y así poder obtener los materiales óptimos para la realización de su abono.

9.10 Capacitación de las huertas caseras y pequeños agricultores

Para desarrollar el cuarto objetivo se realizaron las capacitaciones, contando con la participación de niños, adultos y docentes; se llevó a cabo mediante una charla que duró 30 minutos aproximadamente. Una vez terminada la capacitación se procedió a realizar una socialización del tema.



Figura 1. Capacitación en campo con niños del Centro de Discapacidad Manuel González C.

Fuente: toma propia

Como se observa en la Figura 11, con los jóvenes del Centro se realizó la capacitación de forma didáctica debido a la discapacidad que presentan. Además, la capacitación se le dio a dos docentes encargadas de la huerta; esta labor se ejecutó el día 10 de abril del 2018. Se llevó a cabo la capacitación el día 11 de abril del presente año con el colegio I.E.M. Juan XXIII Técnico En Administración Agropecuaria Y Procesos Industriales, en donde se realizó la socialización de los abonos orgánicos.



Figura 2. Capacitación con el curso décimo A del colegio I.E.M. Juan XXIII Técnico en Administración Agropecuaria y Procesos Industriales

Fuente: toma propia

Ahora bien, en la Figura 12 se observa la socialización del tema sobre abonos con los estudiantes, donde se habló del uso adecuado de los materiales y su debido proceso a la hora de ejecutar el proyecto. Una vez terminada, se procedió a la aclaración de dudas que surgieron durante la capacitación. Este mismo día se realizó la capacitación con el curso décimo B, en la cual se hizo la socialización de los abonos orgánicos.

Por otra parte, con el Centro de Bienestar Del Anciano San José se realizó la capacitación el día 12 de abril con la directora Gloria Clemencia Rodríguez, en donde se hizo una charla muy amena, explicando el tema y aclarando las dudas que tenía la directora en cuanto a la elaboración de los abonos.



Figura 3. Capacitación con la Directora del Centro de Bienestar del Anciano San José

Fuente: toma propia

Como se puede evidenciar, en la Figura 13 se observa el apoyo y acompañamiento por parte de los Directivos del Centro de Bienestar del Anciano San José, en la capacitación y elaboración de los abonos. Dicha capacitación con las personas de Alto de Córdoba se realizó el 12 de abril del presente año; se llevó a cabo en el hogar de las dos personas.



Figura 4. Capacitación vereda Alto de Córdoba

Fuente: toma propia



Figura 5. Limpieza de área para la elaboración de compost Centro de Discapacidad Manuel González Correal

Fuente: toma propia



Figura 6. Elaboración de pilas de compost en el Centro de discapacidad Manuel González C.

Fuente: toma propia



Figura 7. Limpieza y adecuación de área para elaborar compost en el Centro de bienestar del anciano San José

Fuente: toma propia



Figura 8. Elaboración de pila de compost, en el Centro de bienestar del anciano San José

Fuente: toma propia



Figura 9. Limpieza y adecuación de área para elaborar compost con el Colegio I.E.M. Juan XXIII Técnico En Administración Agropecuaria y Procesos Industriales

Fuente: toma propia

Ahora bien, es pertinente señalar la importancia de la capacitación de los abonos orgánicos, aunado al interés por parte de las personas en implementar estos abonos en su huerta casera y poder aprovechar sus grandes residuos orgánicos que logran obtener de su vivienda, puesto que muchos de estos residuos no eran aprovechados y se estaban mezclando con otros residuos que afectaban a la comunidad. Así, una vez socializado el tema se pasó a realizar una charla más amena, en donde se aclararon las dudas generadas.

Entonces, para obtener unos buenos resultados en el bocashi se recomienda que los agricultores del municipio sigan utilizando los mismos materiales que se han usado en la elaboración del abono, que puedan realizar el bocashi en lugares cubiertos donde no interfiera la luz solar, ni la humedad, pues esto puede alterar el desarrollo del bocashi. Para el compost se recomienda hacer las pilas con los materiales que se obtienen de las viviendas y de los restos de

cosecha; además de utilizar el plástico negro para aumentar la temperatura del compost, de lo contrario si se presentan lluvias estas influyen en el incremento de la humedad, afectando el compost y causándole putrefacción.

10. Conclusiones

- Se pudo elaborar satisfactoriamente la cantidad de abonos necesarios para cada una de las huertas trabajadas con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente.
- Se observó que el material orgánico que se utilizó en la elaboración del compost y bocashi no tuvo influencias en la temperatura ni en el pH.
- La temperatura y el pH del bocashi muestran similitud entre los dos abonos realizados aunque no estaban bajo las mismas condiciones: el bocashi II estaba cubierto totalmente para que no tuviera contacto directo con el viento, agua y sol; y contaba con una superficie de cemento. Por su parte, el bocashi I se encontraba bajo invernadero donde recibía luz solar y viento.
- Se esperaba poder contar con más participación de la comunidad del municipio de Facatativá para la elaboración de los abonos orgánicos, con relación a las huertas caseras que se están realizando con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente.
- A los agricultores del municipio de Facatativá no les gusta estar involucrados en nuevos proyectos que ejecuta la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente, debido a experiencias anteriores con administraciones que no han cumplido con proyectos ofrecidos.
- Los materiales utilizados para la elaboración de los abonos son de fácil acceso, dado que son generados en los mismos hogares con los que se trabajó.
- Los folletos y las capacitaciones podrán ser de gran ayuda al momento de que la comunidad o el agricultor quiera replicar la elaboración del compost y el bocashi.

11. Recomendaciones

- Se recomienda que en próximos estudios se evalúe la cantidad de humedad, acidez y una prueba microbiológica para obtener un mejor abono.
- Se sugiere realizar más jornadas de acompañamiento en las zonas veredales del municipio de Facatativá, con el propósito incentivar el crecimiento de las huertas caseras, incluyendo los temas de los abonos orgánicos, para la reutilización de los materiales que se generan en estas zonas del municipio.
- Se invita a seguir apoyando y capacitando al Centro de Discapacidad Manuel González Correal, porque los jóvenes que trabajan la huerta carecen de una persona capacitada que verifique su trabajo y les dé visto bueno a sus labores.
- Se recomienda comprar materiales como cascarilla de arroz, plástico, termómetro y phmetro, ya que son indispensables a la hora de realizar los abonos orgánicos.

12. Referencias

- Acosta, R. (2015). *Permacultura y sostenibilidad agrícola. Una nueva forma de cultivar suelo, salud y alimentos*. San Cristóbal de La Laguna: Universidad de la Laguna.
- Acosta, W., & Peralta, M. (2015). *Elaboración de abonos orgánicos a partir del compostaje de residuos agrícolas en el municipio de Fusagasugá [Trabajo de grado]*. Fusagasugá: Universidad de Cundinamarca. Recuperado el 2018
- Agricultura Regenerativa. (s.f.). *Heenan & Doherty*. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de Inicio: <http://www.agriculturaregenerativa.es/heenan-doherty/>
- Alcaide, A. (2012). *Residuos Sólidos Urbanos*. Castellón de la Plana: Universitat Jaume I. Recuperado el 20 de Abril de 2018
- Alcaldía de Facatativá. (2016). Plan de Desarrollo. Facatativá, Cundinamarca, Colombia. Recuperado el 24 de Marzo de 2018, de https://www.ccb.org.co/content/download/28883/578935/version/1/file/PDM_Facat_Anexo1.pdf
- Bejarano, C. (2013). *Rediseño del proceso agroindustrial de ordeño para el mejoramiento de la productividad en la finca gabeno tenjo-cundinamarca*. Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 20 de Abil de 2018
- Bermúdez, M. (2010). *Contaminación y turismo sostenible*. Recuperado el 24 de Marzo de 2018, de <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>
- Botella, E. (2005). The land question in Britain, 1750-1950. *Historia Agraria*. (37), 583-591. Recuperado el 17 de Abril de 2018

- Caldas, R. (2013). *Entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Silvania*. [Trabajo de grado]. Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Castillo, J. (2015). *Evaluación de la calidad de abonos ecológicos (Compost, Bokashi y Lumbrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de el alto* [Tesis de Grado]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Recuperado el 20 de Abril de 2018
- Correa, A. (2010). *Incidencia del cambio productivo en una sociedad regional, Caso del Plátano en el Quindío*. Obtenido de [Trabajo de grado para optar al título de magíster] Pontificia Universidad Javeriana: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis98.pdf>
- Cruz, M., & Cabrera, C. (2015). *Permacultura Familia y Sustentabilidad*. La Habana: FANJ. Recuperado el 2018 de Abril de 19
- Díaz, E. (Abril de 2002). *Guía de lombricultura. lombricultura una alternativa de producción*. Nicaragua. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>
- Estrada, E. (2010). *Manual Técnico Agrícola: elaboración de abonos orgánicos sólidos tipo compost*. Quetzaltenango: ICTA-CIAL. Recuperado el 17 de Abril de 2018, de <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/abonosOrganicos.pdf>
- FAO. (2005). *HUERTO FAMILIAR INTEGRADO*. Recuperado el 2 de Marzo de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-at761s.pdf>
- Fogwill, E., Chidiak, M., Cinquangelis, S., & Forgiame, M. (s.f.). *Participación Ciudadana y Gestión Integral de Residuos*. Santiago de Chile: UNICEF. Recuperado el 20 de Abril de 2018

- Fondo para la Protección del Agua- FONAG. (Septiembre de 2010). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantiza alimentación sana. Ecuador. Recuperado el 02 de Marzo de 2018, de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Fukuoka, M. (1985). La Senada Natural del cultivo, regrefo al cultivo natural. Japon. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de <https://marcospcmusica.files.wordpress.com/2012/05/sendanatural-cultivo-masanobu-fukuoka-agricultura-natural-sinergica-permacultura-difundelo.pdf>
- GAP. (2008). *Situación en Navarra de la contaminación de las aguas por nitratos y pesticidas*. Pamplona: Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra / CRANA. Recuperado el 25 de Marzo de 2018
- García, Z. (2006). *Agricultura, expansión del comercio y equidad de género*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/009/a0493s/a0493s02.htm#bm2>
- Gómez, A., & Tovar, X. (2008). *Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (petalos de rosa) y su caracterización para el uso en la producción de albahaca (Ocimum basilicum L) [Trabajo de Grado]*. Bogotá, D.C.: Ponticia Universidad Javeriana. Recuperado el 20 de Abril de 2018
- Howard, A. (2014). *Un Testamento Agrícola*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria. Recuperado el 19 de Abril de 2018
- Koefp, H. (2001). *¿Qué es la agricultura biodinámica?* Madrid: Editorial Rudolf Steiner. Recuperado el 2018 de Abril de 18
- Madrigal, J. (2005). *La Permacultura: el arte de curar la tierra*. Recuperado el 20 de Abril de 2018, de <http://www.caminosostenible.org/wp->

content/uploads/BIBLIOTECA/La_Permacultura%20-%20EI%20arte%20de%20curar%20la%20tierra.pdf

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [MARM]. (2008). *Manual de Compostaje*. Madrid: Secretaría General Técnica. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/manual_de_compostaje_2011_paginas_1-24_tcm7-181450.pdf

MOA Internacional. (s.f.). *Acerca de* . Recuperado el 19 de Abril de 2018, de Inicio: <https://www.moachile.cl/moainternacional>

Mueller, B. (2011). *El secreto del agua como base para una nueva tierra. Sanando el Ciclo del Agua través de la Creación de Paisajes de Retención de Agua*. Monte do Cerro: Institute for Global Peace Work. Recuperado el 19 de Abril de 2018

Navarro, P., Moral, H., Gómez, L., & Mataix, B. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante. Recuperado el 24 de Marzo de 2018

O’Ryan, J. (2012). *Análisis de los consumidores y situación actual del mercado de productos orgánicos en Santiago de Chile [Tesis Master Oficial]*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía . Recuperado el 19 de Abril de 2018

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2005). *CODEX ALIMENTARIUS ALIMENTOS PRODUCIDOS ORGÁNICAMENTE*. Roma. Recuperado el 19 de Abril de 2018

Ortega, P. (2012). *Producción de Bokashi sólido y líquido [Tesis de Grado]*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Recuperado el 28 de Febrero de 2018

- Palmero, R. (2010). *Elaboración del compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones*. Santa Cruz de Tenerife: Cabildo Tenerife. Recuperado el 2 de Marzo de 2018
- Peralta, A. (2009). *Documento Técnico: Introducción Básica a la Agricultura Orgánica*. Madrid: Procasur / FIDA. Recuperado el 20 de Marzo de 2018
- Piedrahita, C., & Cavides, D. (2012). *Elaboración de un abono tipo "Bocashi" a partir de desechos orgánicos y sub producto o de Industria Láctea (Lacto Suero)*. Santiago de Cali: Universidad de San Buenaventura Cali. Recuperado el 28 de FEBRERO de 2018
- Ramos, D., & Terry, A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Revista Cultura Tropical*. 35 (4), 52-59. Recuperado el 24 de Marzo de 2018
- Restrepo Rivera, J. (2007). Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Managua, Nicaragua. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de http://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/El_ABC_de_la_agricultura_organica_y_harina_de_rocas.pdf
- Restrepo, J., Gómez, J., & Escobar, R. (2014). *Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura*. Cali: Fidar / ODA / CIAT.
- Robles, M. (2015). *Evaluación de parámetros de temperatura, pH y humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la municipalidad provincial de Leoncio Prado*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Recuperado el 01 de Marzo de 2018

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Santiago de Chile: FAO. Recuperado el 4 de Marzo de 2018

Secretaria de cultura y educacióm. (s.f.). MANUAL DE HUERTA. Buenos Aires, Argentina.

Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de

<http://www.acevedonet.com.ar/efa/manuales/1/huerta.pdf>

Silva, J., López, P., & Valencia, P. (s.f.). *Recuperación de nutrientes en fase sólida a traves del compostaje*. Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de

<http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compostaje.pdf>