

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA EM  
(MICROORGANISMOS EFICACES) PARA EL MANEJO DE RESIDUOS  
SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE COMPOSTAJE, EN LA PLANTA  
DE COMPOSTAJE Y VIVERO MUNICIPAL “ LA PATOJITA” POPAYÁN –  
CAUCA.**

**YINA MARCELA ANACONA ZUÑIGA**

**Código estudiantil: 49071077**

**Informe final trabajo de grado, modalidad práctica profesional  
empresarial, como requisito parcial para optar al título de Ingeniera  
Ambiental**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2015**

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA EM  
(MICROORGANISMOS EFICACES) PARA EL MANEJO DE RESIDUOS  
SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE COMPOSTAJE, EN LA PLANTA  
DE COMPOSTAJE Y VIVERO MUNICIPAL “ LA PATOJITA” POPAYÁN –  
CAUCA.**

**YINA MARCELA ANACONA ZUÑIGA**

**Código estudiantil: 49071077**

**Informe final trabajo de grado, modalidad práctica profesional  
empresarial, como requisito parcial para optar al título de Ingeniera  
Ambiental**

**Director**

**Ing. LUIS JORGE GONZALEZ M.**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2015**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

El Director y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

---

Director

---

Jurado

---

Jurado

Popayán, Junio 25 de 2015

## DEDICATORIA

A Dios quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A mi tía, Margarita Papamija y mi madre, Hermencia quienes me enseñaron desde pequeña a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes.

A mis hermanos Cristian y Alejandra quienes fueron mi motivación para culminar mis estudios.

A cada uno de los miembros de la familia Pérez Papamija quienes estuvieron siempre apoyándome de una u otra forma.

A los que nunca dudaron que lograría este triunfo y me motivaron diariamente para resistir, insistir y nunca desistir para alcanzar una de muchas otras metas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo no habría sido posible sin la influencia directa o indirecta de muchas personas a las que agradezco profundamente por estar presentes en las distintas etapas de su elaboración, así como en el resto de mi vida.

Le agradezco al ingeniero Luis Jorge Gonzales por su interés en dirigir mi trabajo de grado, por su confianza, colaboración y apoyo en mi proceso de realización de la práctica empresarial.

A la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria de Popayán, que permitió el desarrollo de esta práctica empresarial e hizo de ella una experiencia inigualable.

A la ingeniera Genna Campaz Hurtado cuya preocupación y supervisión del proceso de este y otros proyectos, hizo posible que mi trabajo se desarrollara de manera satisfactoria, a nivel personal y académico.

A todos los docentes de la Universidad Cauca que compartieron sus conocimientos, dentro y fuera de clase, haciendo posible mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros. A quienes trabajaron conmigo poniendo lo mejor de su energía y empeño por el bien de nuestra formación profesional, a quienes compartieron su confianza, tiempo, y los mejores momentos que viví durante esta etapa como estudiante de pregrado, dentro y fuera del campus.

Por último a mi familia y seres más queridos, en especial a todas y cada una de las personas que de alguna u otra manera, contribuyeron a que lograra esta meta que me propuse en la vida, y que me ha permitido crecer intelectualmente como persona y como ser humano.

## Tabla de contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	10
1 OBJETIVOS .....	12
1.1 Objetivo general .....	12
1.1.1 Objetivos específicos .....	12
2 MARCO REFERENCIAL .....	13
2.1 Marco institucional .....	13
2.1.1 Ubicación de la entidad .....	13
2.1.2 Misión .....	13
2.1.3 Planta de compostaje y vivero municipal. ....	14
2.1.4 Organigrama. ....	15
2.2 Marco conceptual .....	15
2.2.1 Compostaje .....	16
2.2.2 Propiedades del compost .....	16
2.2.3 Nutrientes .....	18
2.2.4 Microorganismos eficientes .....	18
2.3 Marco legal .....	19
3 METODOLOGÍA .....	25
3.1 Primera fase .....	25
3.2 Segunda fase .....	25
3.2.1 Preparación del caldo microbiológico. ....	25
3.2.2 Recolección y transporte de residuos sólidos orgánicos (RSO). ...	26
3.2.3 Pesaje y clasificación de los RSO. ....	27
3.2.4 Formación de la pila de compostaje .....	28
3.2.5 Seguimiento y control del proceso. ....	28
3.2.6 Finalización del proceso y extracción de la muestra. ....	30
3.2.7 Toma de muestras para su posterior análisis .....	30
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PASANTÍA .....	31
4.1 Resultados Y Análisis De Las Capacitaciones Y Talleres .....	31

4.2	Resultados y Análisis del Control al proceso de compostaje.....	38
4.2.1	Comparación de temperatura pila A17 VS B17.....	38
4.2.2	Comparación de humedad pila A17 VS B17 .....	39
4.2.3	Comparación de Nutrientes pila A17 VS B17 .....	40
4.2.4	Relación costo beneficio. ....	42
5	CONCLUSIONES.....	45
6	RECOMENDACIONES.....	46
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
8	ANEXO A.....	49
8.1	Resultados de Laboratorio .....	49

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Normatividad aplicada al compostaje .....	19
Cuadro 2. Leyes aplicadas al Compostaje .....	20
Cuadro 3. Continuación Leyes aplicadas al compostaje. ....	21
Cuadro 4. Decretos aplicados al compostaje. ....	21
Cuadro 5. Continuación Decretos aplicados al compostaje .....	22
Cuadro 6. Continuidad cuadro Decretos aplicados al compostaje .....	23
Cuadro 7 Resoluciones nacionales, regionales y acuerdos municipales aplicados al compostaje. ....	24
Cuadro 8. Resumen de Capacitaciones .....	31
Cuadro 9 Continuación cuadro de resumen Capacitaciones. ....	32
Cuadro 10. Resumen de Talleres .....	32
Cuadro 11. Parámetros de calidad del compostaje. ....	41
Cuadro 12 . Costos de producción sin EM .....	43
Cuadro 13. Costos de producción con EM.....	43
Cuadro 14. Ejemplo Proyecto de Reforestación. ....	44



## LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Estructura organizacional del Municipio de Popayán. Fuente: Alcaldía de Popayán (2015).....	15
Figura 2. Preparación Caldo microbiológico. Fuente: Elaboración Propia. ....	26
Figura 3. Recolección de RSO en plazas de mercado. Fuente: elaboración Propia. ....	27
Figura 4. Separación de R.S.I. Fuente: elaboración Propia.....	27
<i>Figura 5.</i> Conformación de la pila de compostaje. Fuente: elaboración propia. ....	28
<i>Figura 6.</i> Seguimiento y control del proceso de Compostaje.....	29
Figura 7. Empacado del Compost. Fuente: elaboración propia. ....	30
<i>Figura 8.</i> Muestra para el laboratorio. Fuente: elaboración propia. ....	30
Figura 9. Porcentajes de participación en el Taller 1. Fuente: elaboración propia.....	33
Figura 10. Porcentajes de participación en el Taller 2. Fuente: elaboración propia. ....	33
Figura 11. Porcentajes de participación en el Taller 3. Fuente elaboración propia. ....	34
<i>Figura 12.</i> Porcentajes de participación en el Taller 4. Fuente elaboración propia. ....	34
Figura 13. Porcentajes de participación en el Taller 5 Fuente: elaboración propia. ....	35
Figura 14. Porcentajes de participación en el Taller 6. Fuente: elaboración propia. ....	36
Figura 15. Porcentaje de participantes en el Taller 7. Fuente: elaboración propia.....	36
<i>Figura 16.</i> Capacitaciones y talleres. Fuente: elaboración propia. ....	37
<i>Figura 17.</i> Temperatura. Fuente: elaboración propia. ....	39
<i>Figura 18.</i> Humedad. Fuente: elaboración propia. ....	40

## INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos orgánicos- RSO constituyen una parte importante de los residuos sólidos municipales-RSM. La cantidad total generada de RSM corresponde a al menos un 70 % a RSO que pueden ser aprovechados mediante diferentes tratamientos, provocando a su vez una reducción del impacto que puede generar en el lugar de su disposición final, es decir que técnicas de aprovechamiento de estos residuos constituyen un avance significativo en los que respecta al beneficio ambiental generado.

La mayor parte de los RSO municipales provienen de las plazas de mercado, esta cantidad puede aumentar o disminuir de acuerdo a la oferta de productos que abastecen la canasta familiar y de la temporada de cosecha de determinado producto; debido a que estos residuos son frescos, tienen la capacidad de retener la humedad, es así como en el momento de su recolección la mayor parte ya se encuentra en un proceso de deshidratación generando lixiviados y olores molestos para la ciudadanía. Para reducir los RSM se gestiona la disposición final de los RSO y su aprovechamiento por medio de opciones de tratamiento biológico como el compostaje.

El compostaje disminuye la cantidad de material enterrado, siendo un método económico y eficaz; el producto es usado como acondicionador de suelos debido a que nutrientes y materia orgánica pueden potencialmente retornar a ellos. Además como lo mencionan Oviedo-Ocaña, Marmolejo-Rebellon, & Torres-Lozada (2012) mejora la estructura del suelo, la fertilidad y el crecimiento de las plantas; de esta manera, se contribuye con la sostenibilidad de la producción agrícola y con la mitigación de los impactos generados por el manejo de este tipo de residuos; para mejorar la calidad del compost se utilizan diversas variaciones de productos y tecnologías.

La tecnología Microorganismos Eficientes- EM (del inglés Effective Microorganisms) es una tecnología desarrollada por Teruo Higa ingeniero agrícola japonés; y consiste en una mezcla de microorganismos cuyos efectos pueden ayudar a resolver diversos problemas ambientales (Higa et al, 2013).

La finalidad de este tipo de tecnologías desde el punto de vista Ambiental es la optimización del proceso de compostaje y el aumento de la “vida” del suelo al promover la proliferación de micro y macroorganismos útiles para la actividad biológica y la disponibilidad de elementos minerales, mejorando gradualmente la fertilidad del suelo.

El presente estudio analiza el comportamiento de la aplicación de microorganismos Eficientes-EM al compostaje de RSO provenientes de RSM de las plazas de mercado La Esmeralda y Calle 13 del municipio de Popayán que permita ofrecer una opción sostenible para el manejo de los RSM.

# 1 OBJETIVOS

A continuación se presentara los objetivos que garantizaron el buen desarrollo de la pasantía.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar el comportamiento del proceso de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, mediante la utilización de tecnología EM en la Planta de compostaje y vivero municipal “La Patojita” Popayán - Cauca.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- Realizar talleres de educación y capacitación a estudiantes del grado sexto, de la Institución Educativa José Eusebio Caro, Dueños de estaderos de la vía Cajete- El Tambo, asociados a Cooptraiss - Cooperativa de los trabajadores del seguro social, operarios de la planta y comerciantes de las plazas de mercado de Popayán en temas ambientales como: Residuos sólidos orgánicos, Compostaje, Cambio climático, Efecto invernadero, uso eficiente del agua y medio ambiente y tipos de contaminación.
- Realizar seguimiento y control a la tecnología EM para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos en la ejecución del proceso de compostaje.
- Determinar y comparar los parámetros más importantes que intervienen en el proceso biológico del compostaje como: temperatura, humedad, pH, contenido de carbono, nitrógeno, fosforo y sólidos volátiles, en la utilización con EM y sin EM.
- Hacer un análisis crítico y reflexivo sobre la eficiencia del proceso de compostaje con la utilización de la tecnología EM.

## **2 MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 MARCO INSTITUCIONAL**

La Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria-UMATA, presta asistencia técnica rural y urbana para productores agrícolas, pecuarios forestales y pesqueros, mediante una producción y comercialización que garantice la viabilidad de desarrollo de las empresas rurales y urbanas de acuerdo a los planes de desarrollo municipales vigentes.

Actualmente se ha venido trabajando en proyectos agropecuarios tales como: Implementación de modelos productivos en hortalizas y plantas aromáticas en el municipio, asistencia técnica para la identificación, formulación y gestión de planes, programas y proyectos productivos y/o agroindustriales, implementación de modelos productivos ganaderos, asistencia técnica en la producción y comercialización de cafés especiales, mejoramiento a la cadena productiva de la Panela, capacitación y asistencia técnica para el fortalecimiento del Fondo de Reactivación Agropecuaria y la implementación de modelos productivos en especies menores en el Municipio de Popayán.

Además desarrolla proyectos ambientales entre los cuales están: Mejoramiento de los recursos naturales y el empoderamiento social en las micro cuencas rurales del Municipio de Popayán, implementación y fortalecimiento del sistema de gestión ambiental en el municipio de Popayán, implementación de sistemas de saneamiento básico y ambiental, fortalecimiento al manejo de los residuos sólidos y adecuación al vivero municipal y gestión y sostenibilidad de los proyectos agroambientales desarrollados en el Municipio de Popayán.

#### **2.1.1 Ubicación de la entidad**

La UMATA se encuentra ubicada en la Carrera 6 No.4-21, Edificio el CAM dentro de la alcaldía municipal de Popayán, piso 1, patio 2, teléfono: 8243081 Correo electrónico: UMATA@popayan-cacua.gov.co.

#### **2.1.2 Misión**

La Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, consiste en prestar servicios de asistencia técnica directa rural de manera regular y continua a los productores agrícolas, pecuarias, forestales y pesqueros mediante la asesoría en la pre inversión, producción y comercialización que garantice la viabilidad de las empresas de desarrollo rural, las empresas básicas

agropecuarias que se construyan en desarrollo de la reforma agraria y en general de los consorcios y proyectos productivos a escala de los pequeños y medianos productores agropecuarios, dentro de una concepción integral de la extensión rural.

Adicionalmente, la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria-UMATA, como dependencia de la Administración Central del Municipio tiene asignada funciones de carácter ambiental entre las que se tiene diseñar, promover, desarrollar y controlar la gestión ambiental y preparar las medidas que deban tomarse para su adopción en el territorio del municipio las cuales fueron asignadas mediante el acuerdo 045 de 2007 del concejo municipal por medio del cual se crea el Sistema de Gestión Ambiental Municipal SIGAM que es el conjunto de orientaciones normas, actividades, recursos, programas e instituciones que regulan y coordinan la gestión ambiental del Municipio de Popayán .

### **2.1.3 Planta de compostaje y vivero municipal.**

#### **2.1.3.1 Ubicación.**

La planta de compostaje y vivero municipal se encuentra ubicado al sur occidente del municipio en una zona semi-rural, vía al Tambo a 9 Km, limitado por el barrio Lomas de Granada, el corregimiento Julumito, Vereda Cajete. El vivero limita al norte y al oriente con terrenos del relleno sanitario El Ojito, al occidente y al sur con la vía al municipio del Tambo. El área que posee el vivero es de 1 Ha aproximadamente.

#### **2.1.3.2 Actividades.**

- Producción de plantas ornamentales y forestales: el proceso inicia con la adaptación de semillas y esquejes el invernadero, posteriormente se pasan al vivero, para su desarrollo, luego de llegar a un estado de crecimiento apto se trasladan a un ambiente regulado con polisombra, una vez las plantas llegan un estado de madures adecuado, son tratadas al sol directo para luego entregar a los beneficiarios.
- Producción de abono orgánico: los residuos orgánicos de las galerías son transformados en abono tipo compost.
- Producción de humus de Lombricompost: el proceso inicia con la recolección del material precompostado proveniente de las pilas de

- RSO, estos se transportan a las camas de lombricultura donde se pasan por un proceso de descomposición con la ayuda de la lombriz roja californiana, posteriormente las lombrices son transportadas a otra cama de compost para continuar el proceso. Una vez que el abono de lombriz está listo es extraído de las camas para secarlo para luego ser empacado y comercializado.

#### 2.1.4 Organigrama.

La alcaldía de Popayán cuenta con diferentes unidades administrativas e instancias de gestión entre ellas La UMATA, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Estructura organizacional del Municipio de Popayán. Fuente: Alcaldía de Popayán (2015).

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

La UMATA a través de sus programas ambientales dentro del Sistema de Gestión Ambiental Municipal ha venido diseñando e implementado nuevas políticas tendientes a la gestión integral de los residuos sólidos, las cuales solo se pueden materializar mediante el seguimiento estricto de la normatividad ambiental (Acuerdo N°20 de 2012, Resolución 1045 de 2005, Decreto 1713 de 2002, entre otras), y con la puesta en marcha de la planta de compostaje y vivero municipal “ La Patojita” para el manejo de los residuos orgánicos.

## **2.2.1 Compostaje**

EL compostaje es el proceso de oxidación aeróbica de materiales orgánicos que conduce a una etapa de maduración mínima (estabilización) y se convierte en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura (NTC-5167).

## **2.2.2 Propiedades del compost**

Para garantizar la calidad del compost se deberá tener en cuenta el óptimo de sus propiedades como:

### **2.2.2.1 Humedad**

El contenido de humedad puede expresarse refiriéndose al peso o al volumen aunque se refiere a una fracción del peso total del compost. El contenido de humedad óptimo del proceso de compostaje deberá estar entre el 40% y el 60% en peso (Haug, 1993). El compost debe estar húmedo, pero no empapado; para el crecimiento y la actividad de microorganismos se requiere de un nivel de humedad suficiente para mantener capas de agua sobre superficies sólidas y facilitar el movimiento o la difusión de compuestos solubles (Morales, 2009).

### **2.2.2.2 Aireación**

El suministro de aire para todo el proceso de compostaje es básico, proporciona oxígeno a los organismos y elimina el dióxido de carbono. El oxígeno es necesario para el metabolismo de los microorganismos aeróbicos y la oxidación de determinadas moléculas orgánicas (Márquez *et al*, 2008). Se debe garantizar el oxígeno necesario para que se desarrolle el proceso, se puede obtener un compost rápido y de buena calidad, evitándose problemas de malos olores.

### **2.2.2.3 Temperatura**

El proceso de compostaje consiste en una serie de fases de temperatura controlada, cada una de las cuales es realizada por un grupo de microorganismos. Una masa en proceso de compostaje hay que considerarla como un ecosistema microbiano con una sucesión de poblaciones relativamente rápida, puesto que en unos pocos días se alcanzan temperaturas de 55 °C. El proceso es aerobio. La mezcla periódica de la materia para realizar el compostaje asegura el oxígeno y humedad adecuada.

De acuerdo a este parámetro el proceso se divide en cuatro etapas:



- Etapa Mesofílica: En esta etapa abundan las bacterias mesofílicas (10<sup>8</sup> bacterias/ g de suelo) y hongos mesofílicos (10<sup>6</sup> hongos/ g de suelo). El número de actinomicetos permanece relativamente bajo (10<sup>4</sup> actinomicetos/ g de suelo). Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos, la temperatura aumenta hasta 40°C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5,5-6, debido a la descomposición de lípidos, de glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad. El color en esta etapa aún es claro y el olor a frutas, verduras y hojas frescas. En la primera etapa se debe mantener el agua a 40-60%, el agua distribuye los nutrientes por la masa (C, N, P, K, B, Ca, Mg, Na y otros), según Álvarez (2009).
- Etapa Termofílica: la temperatura continúa ascendiendo hasta llegar a valores de 75° C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos mueren o permanecen dormidas mientras que las bacterias termofílicas (10<sup>9</sup> bacterias/ g de suelo húmedo), actinomicetos (10<sup>8</sup> actinomicetos/ g de suelo húmedo) y hongos termofílicos (10<sup>6</sup> hongos/ g de suelo húmedo), se encuentran en su óptimo, generando incluso más calor que los mesófilos. La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa anterior provoca el incremento del pH, que se encuentran desde 5,5 hasta 7,5, el cual permanece constante hasta el final del proceso. El color del compost se pone más oscuro paulatinamente y el olor original se comienza a sustituir por olor a tierra. Es en esta etapa cuando comienza la esterilización del residuo.
- Etapa de Enfriamiento: una vez que los nutrientes y la energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye, consecuentemente la temperatura en la pila desciende desde los 75 °C, hasta la temperatura ambiente, provocando la muerte de estos y la reaparición de microorganismos mesofílicos al pasar por los 40-45 °C, estos dominarán el proceso hasta que toda la energía sea utilizada.
- Etapa de Maduración: la temperatura y pH se estabilizan; en el caso de presentarse ácido, el compost nos indica que todavía no está maduro. El color del producto final debe ser negro o marrón oscuro

- y su olor a tierra de bosque y no visualizar los residuos iniciales (Álvarez, 2009).

#### 2.2.2.4 pH

El compostaje permite un amplio intervalo de pH (3.0 – 7.0), sin embargo los valores óptimos están entre 5.5 y 7.0, porque las bacterias prefieren un medio casi neutro, mientras los hongos se desarrollan mejor en un medio ligeramente ácido. El valor del pH cae ligeramente durante la etapa de enfriamiento llegando a un valor de 6 a 7 en el compost maduro. La Norma Técnica Colombiana (NTC) 5167 de 2004 dice que si el producto se disuelve en agua, su disolución no debe desarrollar pH alcalino.

#### 2.2.2.5 Oxígeno

Los microorganismos deben disponer de oxígeno suficiente para que se dé el proceso aerobio, esto se logra mediante la aireación. Se garantiza el oxígeno necesario para que se desarrolle el proceso, se puede obtener un compost rápido y de buena calidad, evitándose problemas de malos olores.

### 2.2.3 Nutrientes

Los abonos orgánicos comerciales deben tener valores totales mayores de 1% para cada uno de los nutrientes N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O según lo establece la NTC 5167 (2004). Una relación C/N de 20 – 35 es la adecuada al inicio del proceso, pero si esta reacción es muy elevada, se disminuye la actividad biológica por que la materia orgánica a compostar es poco biodegradable por lo que la lentitud del proceso no se deberá a la falta de nitrógeno si no a la cantidad de carbono. Según Day y Shaw (2001) el valor de C/N entre 10 y 20 se propone como aceptable al finalizar el proceso, y se considera que los abonos con valores menores de 10 tienen una liberación más rápida de nutrimentos que aquellos con valores mayores de 20. El compost maduro debería tener una relación C/N <20. El compost es mejor abono, cuando lleva más porcentaje de nitrógeno.

### 2.2.4 Microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes son un inoculado constituido por la mezcla de varios microorganismos benéficos (levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas) que son mutuamente compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido los cuales fijan nitrógeno atmosférico, descomponen desechos

y residuos orgánicos, desintoxican el suelo de pesticidas, suprimen enfermedades de plantas y patógenos del suelo (Higa et al, 2013).

## 2.3 MARCO LEGAL

A continuación en el cuadro 1 se relaciona la normatividad aplicada al manejo de residuos sólidos y compostaje.

Cuadro 1. Normatividad aplicada al compostaje.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Constitución nacional de Colombia. 1991	En la cual se declara y fijan deberes y derechos fundamentales, tareas del estado a un ambiente sano, a proveer los servicios públicos de agua y saneamiento ambiental, las tareas de regulación de las fuerzas económicas del mercado, a la función social que debe cumplir la empresa, a administrar y proteger los recursos naturales.
Política para la gestión integral de residuos 1998. Ministerio del Medio Ambiente.	Esta política define los principios de la Gestión Integral para todos los tipos de residuos. Establece el máximo aprovechamiento y mínimo de residuos con destino al Relleno Sanitario. Define las categorías de Residuo Aprovechable y No Aprovechable, para impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, que ocasionan los residuos de todo orden, y minimizar la generación y la disposición final como alternativa ambiental deseable.
Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. 2005. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Directrices para la Gestión de Residuos Peligrosos. Incluye Suelos Contaminados.

Cuadro 2. Leyes aplicadas al Compostaje.

<b>Leyes</b>	<b>Descripción</b>
Decreto - Ley 2811 de 1974. Presidencia de la República.	El Código Nacional de los Recursos Naturales es la base para las autorizaciones, concesiones y autorizaciones para el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales y se definen procedimientos generales para cada caso.
Ley 09 de 1979	El Código Sanitario Nacional fija una serie de normas relacionadas con la protección del ambiente y la salud humana. En esta ley se presentan unos aspectos importantes que bien podrían ser asumidos a través de la reglamentación de la Ley 99/93 o que pueden ser aplicados en la ausencia de reglamentación específica.
Ley 99 de 1993	Por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se establece formalmente el Sistema Nacional Ambiental. Define que las Autoridades Ambientales, serán las responsables de formular y verificar el cumplimiento de las políticas y normas ambientales.
Ley 142 de 1994	Algunos elementos normativos y políticas existentes a la fecha, establecen y reconocen las conductas y procedimientos que se deben aplicar con relación a como valorar servicios y actividades de aprovechamiento de residuos. La Ley 142/94 en sus Art. 9 y 146 establece taxativamente que el servicio que se paga es el que se mide y fija claramente la función ecológica de los servicios públicos.
Ley 388 de 1997	Esta ley define el marco general del ordenamiento territorial que debe ser aplicado por los entes territoriales y en el que se debe incluir la variable ambiental dentro del escenario de desarrollo urbanístico.
Ley 632 de 2000	Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 entre otras. Se define el Servicio Público de Aseo. y las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Cuadro 3. Continuación Leyes aplicadas al compostaje.

<b>Leyes</b>	<b>Descripción</b>
Ley 1252 de 2008 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial	Regula dentro del marco de la gestión integral, la protección de la salud humana y el ambiente, lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos, su minimización desde la fuente, la producción más limpia; su disposición adecuada, la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país. Así mismo se regula la infraestructura de la que deben ser dotadas las autoridades aduaneras y zonas francas y portuarias.
Ley 1259 de 2009	El Comparendo Ambiental controla a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos; así como fomentar las buenas prácticas ambientalistas.
Ley 1333 de 2009	<p>Establece el nuevo régimen sancionatorio ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se incorporan los Principios Ambientales y Constitucionales</li> <li>• El daño ambiental se califica como infracción ambiental</li> <li>• Define la función de las medidas preventivas y regula el régimen de las sanciones</li> <li>• Establece los tipos de sanciones</li> <li>• Se crea el Registro Único de Infractores Ambientales-RUIA</li> </ul>

Cuadro 4. Decretos aplicados al compostaje.

<b>Decretos</b>	<b>Descripción</b>
D. 1594 de 1984. Ministerio de Agricultura	Es la norma que regula el procedimiento para el trámite y obtención del permiso de vertimiento de residuos líquidos. Aplica a los vertimientos de lixiviados producidos en los Rellenos Sanitarios.

Cuadro 5. Continuación Decretos aplicados al compostaje

Decretos	Descripción
D. 2676 de 2000 del Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente	Reglamenta ambiental y sanitariamente, la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas.
D. 1713 de 2002. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
D. 1505 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se modifican parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos, especialmente lo relacionado con la definición de aprovechamiento, el acatamiento de parte las autoridades municipales al PGIRS, su actualización y la garantía de participación de los Recicladores.
D. 1140 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.
D. 838 de 2005. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones (Puntaje selección de Sitios).
D. 4741 de 2005. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

Cuadro 6. Continuidad cuadro Decretos aplicados al compostaje

Decretos	Descripción
D. 979 de 2006. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Modifica artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. Sobre calidad de aire: Fuentes de área.
D. 1299 de 2008. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Departamentos Ambientales en las Empresas
D. 2820/2010. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Licencias Ambientales. El Art. 9, numeral 10 que establece la competencia de las CARS (Corporaciones Ambientales Regionales) "la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos, y la construcción y operación de rellenos de seguridad para residuos hospitalarios en los casos en que la normatividad sobre la materia lo permita". El numeral 12, del mismo artículo, establece que la construcción y operación de plantas cuyo objeto sea el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos biodegradables mayores o iguales a 20.000 toneladas/año, requieren de Licencia Ambiental.
D. 3930/2011 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado público, y se dictan otras disposiciones. La aplicación de esta norma, exige a los operadores de Rellenos Sanitarios, altas eficiencias en el tratamiento de los lixiviados

Cuadro 7 Resoluciones nacionales, regionales y acuerdos municipales aplicados al compostaje.

RESOLUCIONES NACIONALES, REGIONALES ACUERDOS MUNICIPALES	DESCRIPCIÓN
R. 1096 de 2000. Ministerio de Desarrollo Económico (RAS).	Expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por el cual se adopta el Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico- RAS
R. 1045 de 2003. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.
R. 1023 de 2005. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación.
R. 1552 de 2005. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por la cual se adoptan los manuales para evaluación de estudios ambientales y de seguimiento ambiental de proyectos y se toman otras determinaciones.
R. 601 de 2006. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. (Olores)
Norma Técnica Colombiana NTC 5167	Por la cual se establecen los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos para la industria agrícola. Reglamenta los límites actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físico químicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia parámetros para los análisis microbiológicos.



### **3 METODOLOGÍA**

Este proyecto se desarrolló en 2 fases, priorizando el comportamiento de los microorganismos eficientes en el proceso del compostaje.

#### **3.1 PRIMERA FASE**

En la primera fase se abordó todo lo respectivo al proceso de talleres y capacitaciones.

Durante esta fase se desarrolló capacitaciones a los usuarios de las plazas de mercado La Esmeralda, La trece y a otros comerciantes de las plazas de mercado del Barrio bolívar, Bello Horizonte y comerciantes de la vereda cajete en temas como la separación de residuos sólidos orgánicos y compostaje. Así también se capacito a estudiantes de la institución educativa “José Eusebio Caro”, asociados de Cooptraiss - Cooperativa de los trabajadores del seguro social en temas como el medio ambiente y los tipos de contaminación, cambio climático, Efecto invernadero y compostaje; desarrollando talleres sobre algunos de los temas tratados.

#### **3.2 SEGUNDA FASE**

En la segunda fase se abordó todo lo concerniente al proceso de Compostaje.

##### **3.2.1 Preparación del caldo microbiológico.**

En la propagación de microorganismos eficientes se usó la semilla preseleccionada de los caldos preparados anteriormente en el vivero, teniendo en cuenta que se debe observar la que cuente con una mayor película circular de color blanco con el fin de garantizar una cantidad apropiada para la preparación del caldo. A un recipiente de 100 litros se le llena con 70 litros de agua. En un balde se agrega 5 kilogramos de Miel de purga y 10 litros de agua y se disuelve, aparte en un vaso de 10 onzas con agua se diluye 70 gramos de levadura y se añade todo al recipiente de 100 litros y se agita durante 5 minutos; se alimentan con maíz molido. Finalmente se adiciona 2 litros de semilla de microorganismos, se agita nuevamente dejando tapado y con escape de gas por 8 días.

# PROPAGACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES.

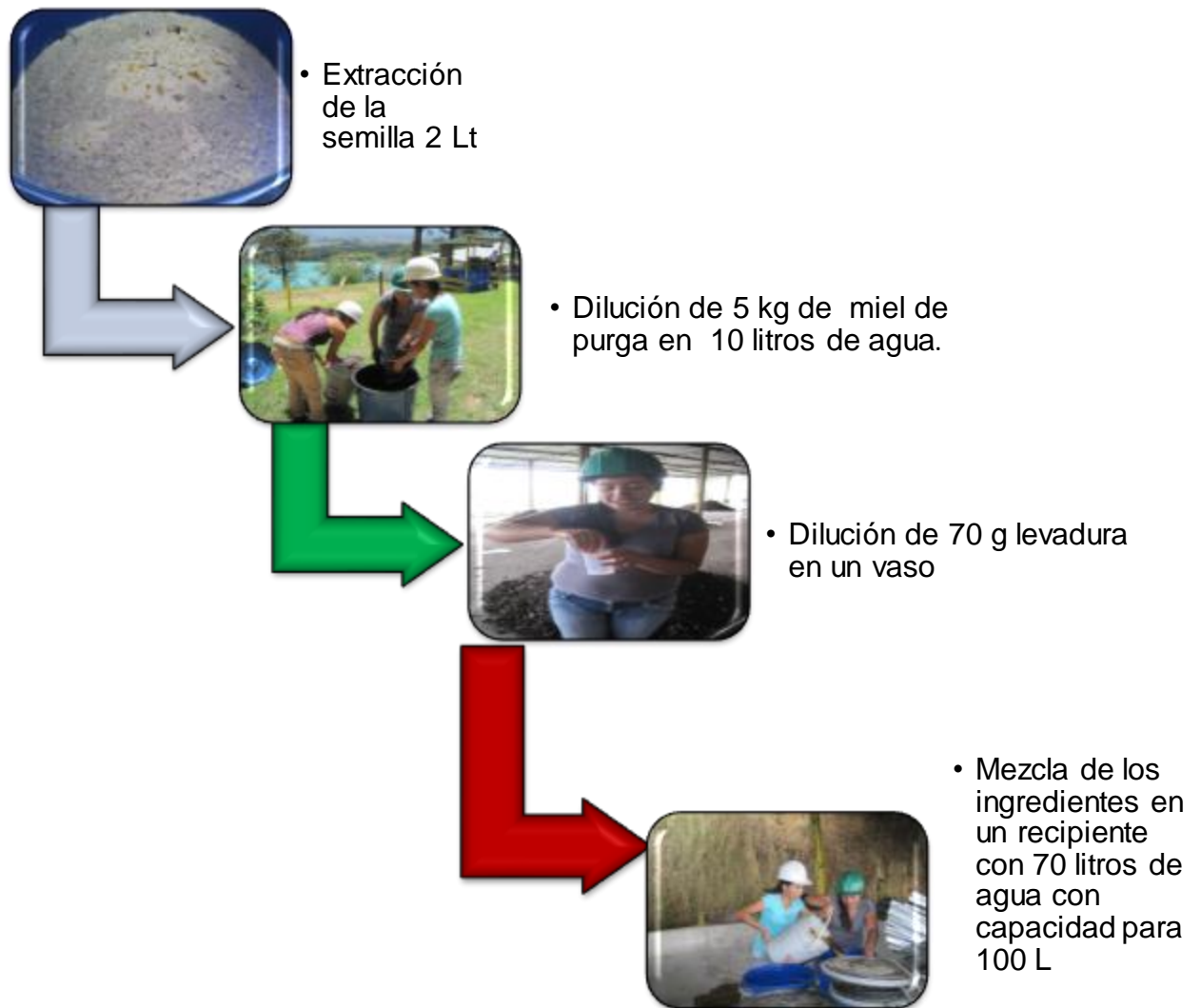


Figura 2. Preparación Caldo microbiológico. Fuente: Elaboración Propia.

## 3.2.2 Recolección y transporte de residuos sólidos orgánicos (RSO).

Durante el mes de Julio se recolecto residuos orgánicos constituidos en materiales vegetales entre los cuales se pueden mencionar hojas de mazorca, col, restos de cebolla, aguacate, papa, tomate, cascaras de frutas, algunas legumbres, entre otros. Los cuales se almacenaron en estopas para ser

transportados por la empresa SERVIASEO hasta el vivero municipal “La Patojita” para ser procesados, como se observa en la figura 3.



*Figura 3.* Recolección de RSO en plazas de mercado. Fuente: elaboración Propia.

### **3.2.3 Pesaje y clasificación de los RSO.**

Una vez en la planta de compostaje se pesó los residuos y posteriormente, como se observa en la figura 4, se separó los residuos inorgánicos- RSI que aún persisten como lo son bolsas, platos, vasos plásticos y polipropilenos.



*Figura 4.* Separación de R.S.I. Fuente: elaboración Propia.

### 3.2.4 Formación de la pila de compostaje.

En la figura 5 se puede contemplar la formación de la pila para el proceso de compostaje; sobre el piso de cemento se forma una capa circular con base seca de sobrantes del compostaje que se ha sacado a la fase de secado, adicionando 8 Litros de microorganismos eficientes por cada 500 kg de residuos sólidos orgánicos y sellando con una capa de remanente del compostaje.

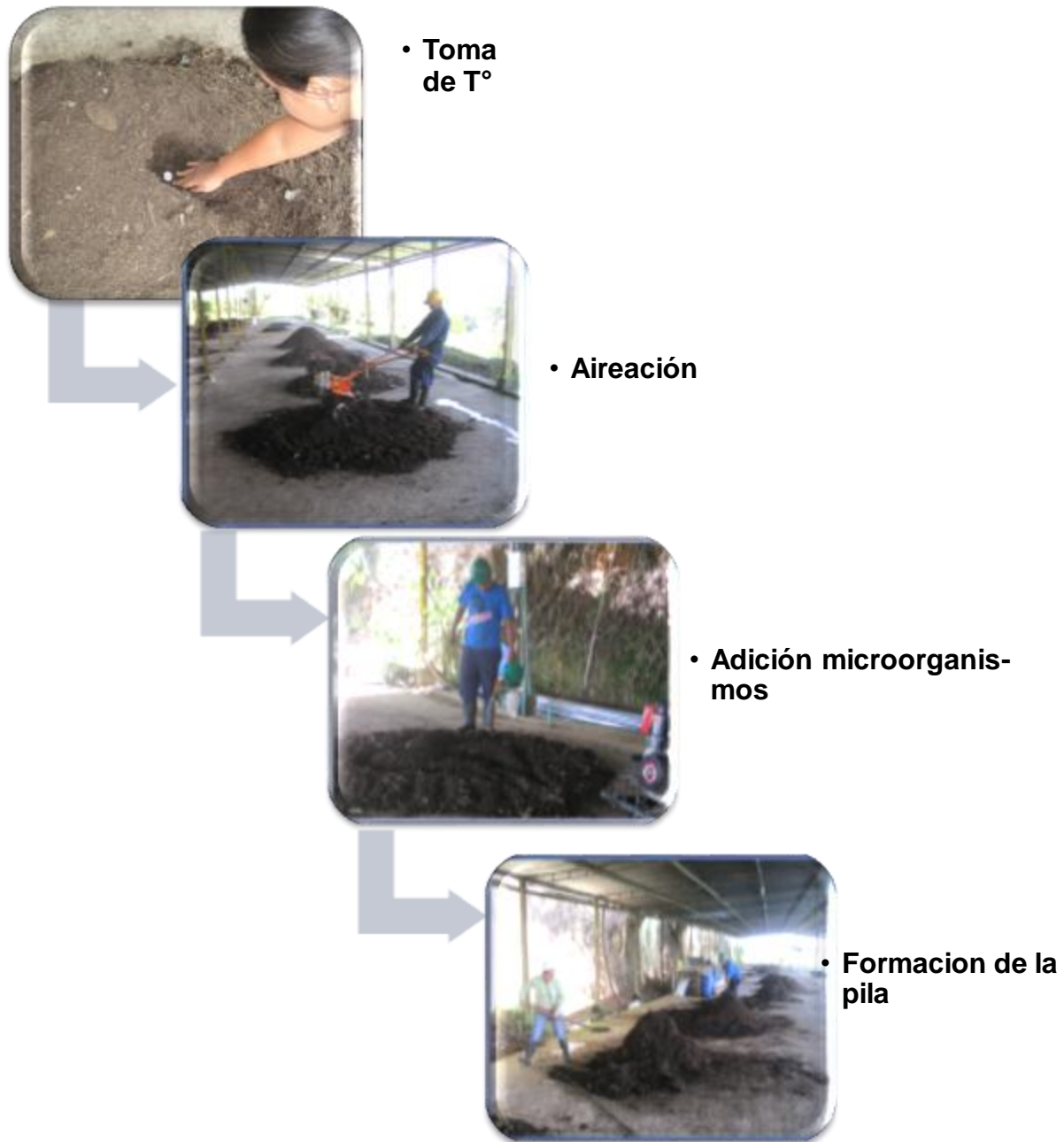


*Figura 5.* Conformación de la pila de compostaje. Fuente: elaboración propia.

### 3.2.5 Seguimiento y control del proceso.

Cada tres días a partir de formada la pila se tomó temperatura y se realizó el proceso de aireación, el cual consistió en esparcir los residuos en proceso e irlos volteando para que ingresara oxígeno, este proceso se realizó de forma manual y con motocultor. Dando mayor resultado el que se desarrolló con motocultor ya

que este permitió la aireación y disminuyó el tamaño del material vegetal, tal como se contempla en la figura 6.



*Figura 6.* Seguimiento y control del proceso de Compostaje.  
Fuente: elaboración propia.

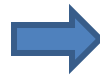


### 3.2.6 Finalización del proceso y extracción de la muestra.

Cuando la temperatura del material disminuyó a la temperatura ambiente 25°C se tamizó por una zaranda de 0.5 cm y se pasó a la fase de secado por 15 días o cuando la humedad se redujo al 20%, para su posterior empaçado como se muestra en la figura 7 y figura 8.



Forma de empaçado tipo distribución al por mayor.



Prototipo de empaçado para muestra de abono entregadas en eventos.

*Figura 7.* Empaçado del Compost. Fuente: elaboración propia.

### 3.2.7 Toma de muestras para su posterior análisis

Una vez el porcentaje de humedad se estableció en 20% se removió el material compostado y se extrajo 1000 gramos de cada compost a comparar, llevando las muestras para analizarlas. Finalmente se realizó en total 4 análisis 2 para cada pila en estudio, los cuales se realizaron en los laboratorios LABSAG S.A.S los cuales cuentan con la acreditación ICA.



*Figura 8.* Muestra para el laboratorio. Fuente: elaboración propia.

## 4 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PASANTÍA.

En el transcurso de la pasantía se recogió una serie de información la cual será presentada y analizada a continuación.

### 4.1 Resultados y análisis de las capacitaciones y talleres.

Para dar cumplimiento al primer objetivo se desarrollaron durante los meses de Junio a Noviembre 11 capacitaciones a un total de 585 personas del área de influencia de la planta de compostaje y vivero municipal “La Patojita” sobre temas ambientales como se muestra en los cuadros 8 y 9.

Cuadro 8. Resumen de Capacitaciones

Tema	lugar	Fecha
Residuos sólidos orgánicos y Compostaje.	Restaurantes vía Popayán - Cajete	Julio 2014
	Plaza de mercado la Esmeralda	Julio 2014
	Plaza de mercado Barrio Bolívar	Julio 2014
	Institución Educativa “José Eusebio Caro”	Agosto 2014
	Plaza de mercado la Trece	Septiembre 2014
	Plaza de mercado Bello Horizonte.	Septiembre 2014
	Cooptraiss - Cooperativa de los trabajadores del seguro social	Octubre 2014
Medio Ambiente y Tipos de Contaminación.	Institución Educativa “José Eusebio Caro	Agosto 2014

Cuadro 9 Continuación cuadro de resumen Capacitaciones.

Tema	lugar	Fecha
Cambio Climático, efecto invernadero, calentamiento global.	Institución Educativa “José Eusebio Caro”	Agosto 2014
	Cooptraiss - Cooperativa de los trabajadores del seguro social	Octubre 2014
Residuos sólidos y Uso Eficiente del Agua.	Operarios y Guardas del vivero “La Patojita”	Septiembre 2014

Como una estrategia de trabajo interactivo que posibilita un acercamiento eficaz al conocimiento sobre los temas ambientales se desarrolló 7 talleres con el fin de cualificar la percepción de los temas desarrollados.

Cuadro 10. Resumen de Talleres

Tema	Lugar	Fecha
Residuos sólidos Orgánicos.	Estaderos de la vía de la vereda Cajete el Tambo	Julio 2014
	Plaza de mercado la Esmeralda.	Julio 2014
Productos que contaminan el ambiente.	Institución Educativa “José Eusebio Caro”	Agosto 2014
Cambio Climático	Institución Educativa “José Eusebio Caro”	Agosto 2014
Uso adecuado de Puntos Ecológicos.	Institución Educativa “José Eusebio Caro”	Agosto 2014
	Cooptraiss - Cooperativa de los trabajadores del seguro social	Agosto 2014
Compostaje	Vivero Municipal “La Patojita”	Octubre 2014



Al cualificar los talleres realizados se encontró los siguientes resultados:

Para el taller 1. Sobre Residuos Sólidos Orgánicos-RSO realizado a un total de 60 personas, se observó que el 40 % de los dueños o encargados de los estaderos de la vía Cajete y 57 % los vendedores de la Plaza de mercado La Esmeralda que fueron previamente capacitados accedió a realizar el taller. Estas personas manifestaron no tener tiempo para desarrollarlo.

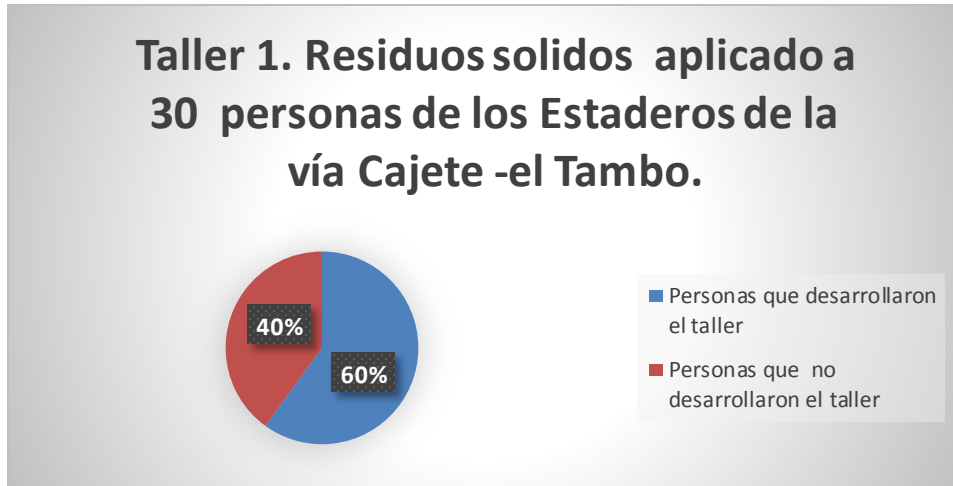


Figura 9. Porcentajes de participación en el Taller 1. Fuente: elaboración propia.

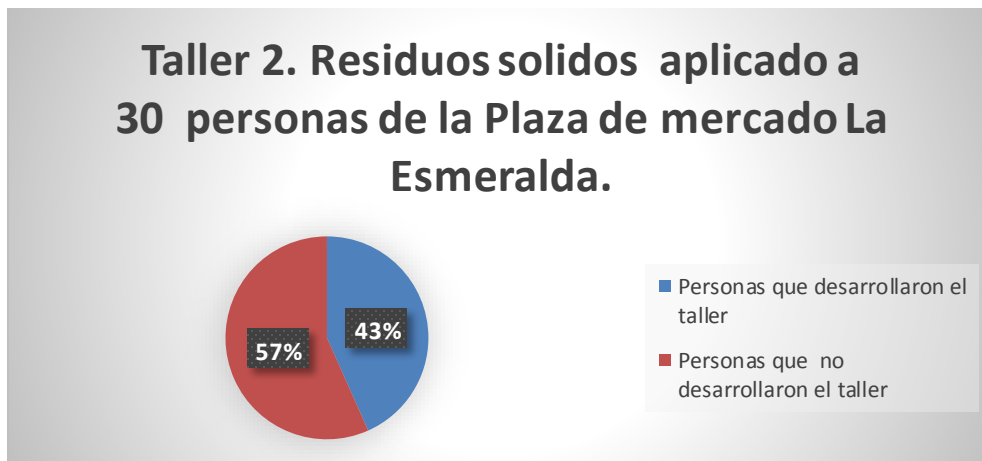
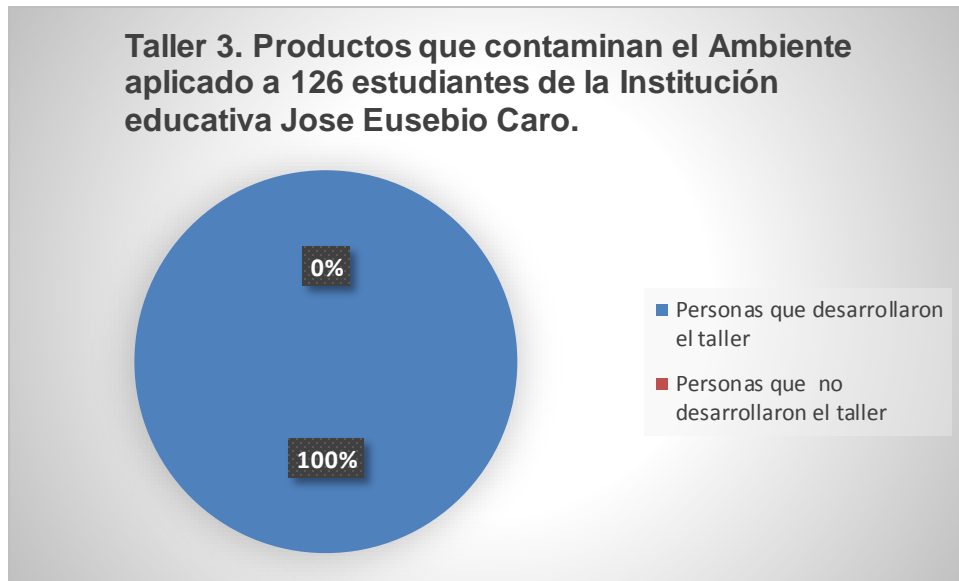
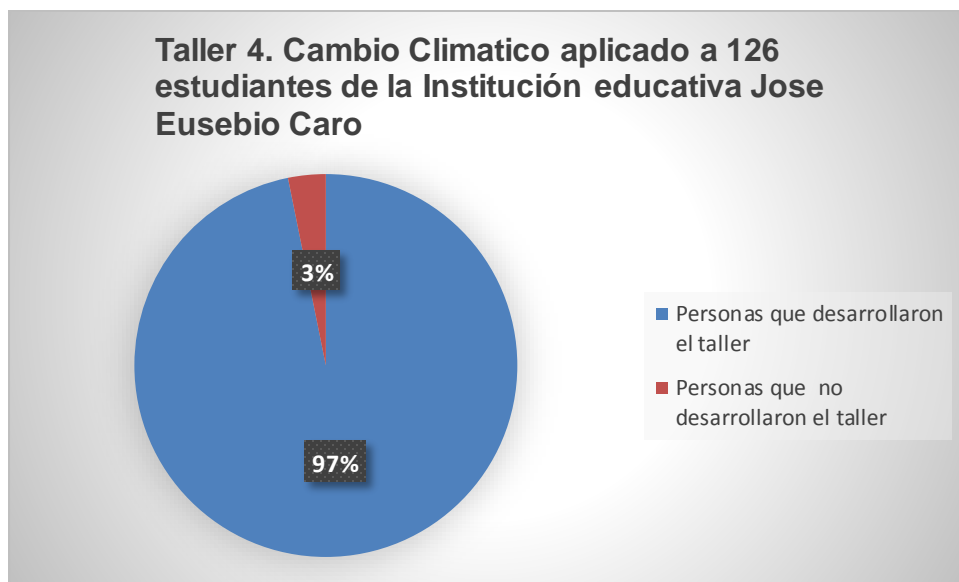


Figura 10. Porcentajes de participación en el Taller 2. Fuente: elaboración propia.

El porcentaje de no participación en los talleres en la INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE EUSEBIO CARO fue bajo, por el contrario se evidencio una buena acogida por parte de las directivas y estudiantes de esta institución; tal como se aprecia en las figuras 11 y 12:



*Figura 11.* Porcentajes de participación en el Taller 3. Fuente elaboración propia.



*Figura 12.* Porcentajes de participación en el Taller 4. Fuente elaboración propia.

El taller 4 Sobre cambio Climático no lo desarrollo el 3% de los asistentes que corresponde a 4 estudiantes, estas personas argumentaron haberlo realizado en grupo.

El taller 5 y 6 sobre uso adecuado de los puntos ecológicos se desarrolló con los estudiantes de la institución educativa José Eusebio Caro y los asociados a COOPTR AIS en las figuras 13 y 14 se aprecia que la participación fue del 100 %.

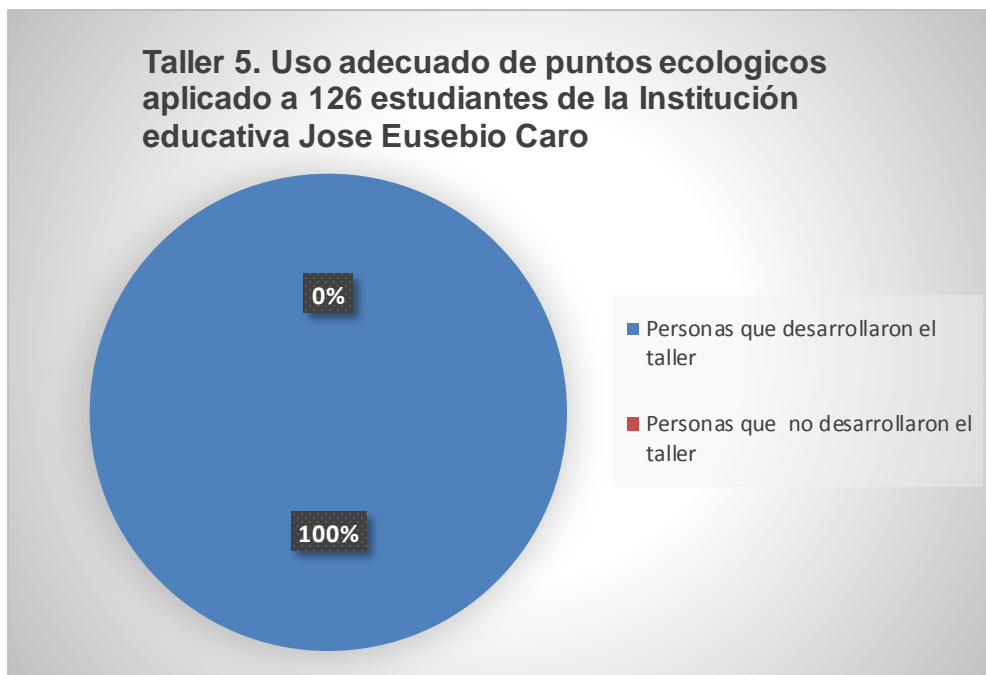
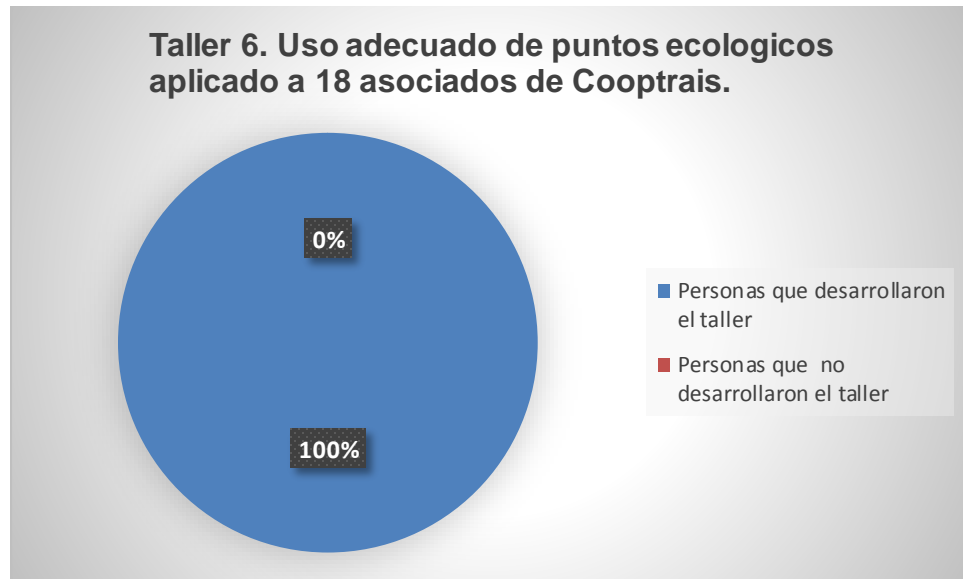
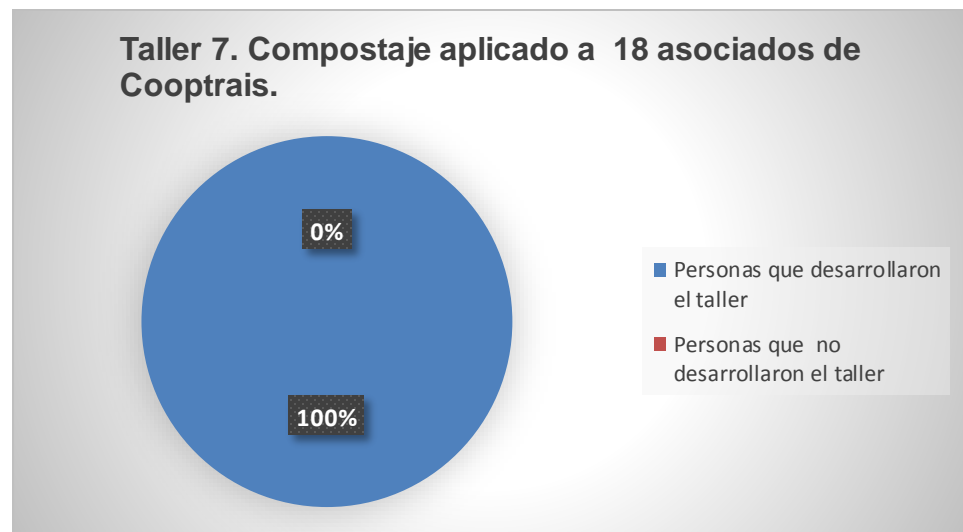


Figura 13. Porcentajes de participación en el Taller 5 Fuente: elaboración propia.



*Figura 14.* Porcentajes de participación en el Taller 6. Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se observa que el 100% de los asociados capacitados participaron en el desarrollo del taller sobre compostaje.



*Figura 15.* Porcentaje de participantes en el Taller 7. Fuente: elaboración propia

## Capacitaciones y Talleres



Capacitaciones a Dueños estaderos vía Cajete- El Tambo



Capacitaciones a estudiantes Institución Educativa “José Eusebio Caro”



Capacitaciones a asociados a Cooptraiss.



Capacitaciones a comerciantes de las plazas de mercado.

Figura 16. Capacitaciones y talleres. Fuente: elaboración propia.

Las capacitaciones y talleres contribuyen a la educación ambiental de la ciudadanía puesto que desarrolla en las personas un mayor sentido de responsabilidad y aumenta la conciencia sobre las consecuencias de sus acciones al tiempo que promueve una cultura que contribuye a superar la falta generalizada de conciencia ambiental, una de las principales causas de los cambios ambientales adversos (PNUMA, 2012). Teniendo en cuenta lo anterior se pudo analizar que hubo una mejor percepción de los temas tratados por parte de los jóvenes de la institución Educativa “José Eusebio Caro” y los asociados de COOPTRAIS quienes mostraron mayor interés en adquirir una cultura

amigable con el ambiente, mientras que en los vendedores de las Plazas de mercado no mostraron interés por conocer sobre temas ambientales; en la figura 16 se aprecia el registro fotográfico de algunas capacitaciones.

## **4.2 Resultados y análisis del control al proceso de compostaje.**

Para dar cumplimiento al seguimiento y control de la tecnología EM, durante la transformación de los residuos sólidos orgánicos en la ejecución del proceso de compostaje, en el mes de Julio se realizó el acompañamiento a 4 jornadas de recolección de residuos orgánicos para una recolección total de 4100 kg en la plaza de mercado la Esmeralda y su posterior proceso en la planta de compostaje, entre ellos organizar la base con Residuos Sólidos Orgánicos-RSO en proceso de secado, armado de la pila y su posterior sellamiento.

Así también se realizó la toma de parámetros como Temperatura y Humedad cada 3 días de las pilas en estudio.

La pila A 17 corresponde a residuos sólidos orgánicos sin microorganismos.

La pila B17 corresponde a residuos sólidos orgánicos con microorganismos.

### **4.2.1 Comparación de temperatura pila A17 VS B17**

En la figura 17 se puede apreciar que el tratamiento que recibió inóculo (B 17) alcanzó las temperaturas más altas y los picos más marcados en este tratamiento se alcanzaron entre el cuarto y décimo día de inicio del proceso mientras que en el control se alcanzó entre el doceavo y dieciochoavo día. Este comportamiento, posiblemente se debió a la actividad microbiana del inóculo que se adapta a las condiciones de competencia con los microorganismos inicialmente presentes en el material. La etapa mesofílica se alcanzó durante los 4 primeros días para los dos tratamientos y para la pila sin EM se mantuvo hasta el décimo día.

Por otra parte, las temperaturas por encima de 60 °C disminuyen la actividad de la comunidad microbiana mesófila optimizándose la actividad de los microorganismos termófilos. El logro de una temperatura de 55 °C o superior, por lo menos durante quince días es imprescindible para la inactivación de agentes patógenos (Van Heerden et al., 2002). En este trabajo los tratamientos (Fig 17) se mantuvieron en un rango entre 50-70 °C, pero comparativamente la pila de residuos sin microorganismos necesitó un período de tiempo mayor para alcanzar dicha temperatura. Posiblemente se debió a que este material contenía

menor proporción de sustancias de relativamente baja degradación, y por ende, la disponibilidad del sustrato fue limitante para el crecimiento y desarrollo microorganismos actuantes.

Esta suposición se sustenta en trabajos que afirman que la degradación de residuos frescos vegetales durante la fase termofílica se caracteriza por un incremento del grupo de organismos dominantes en esta etapa (Van Heerden et al., 2002). EL tratamiento que fue inoculado con microorganismos alcanzo la madurez en un periodo de tiempo menor al testigo.

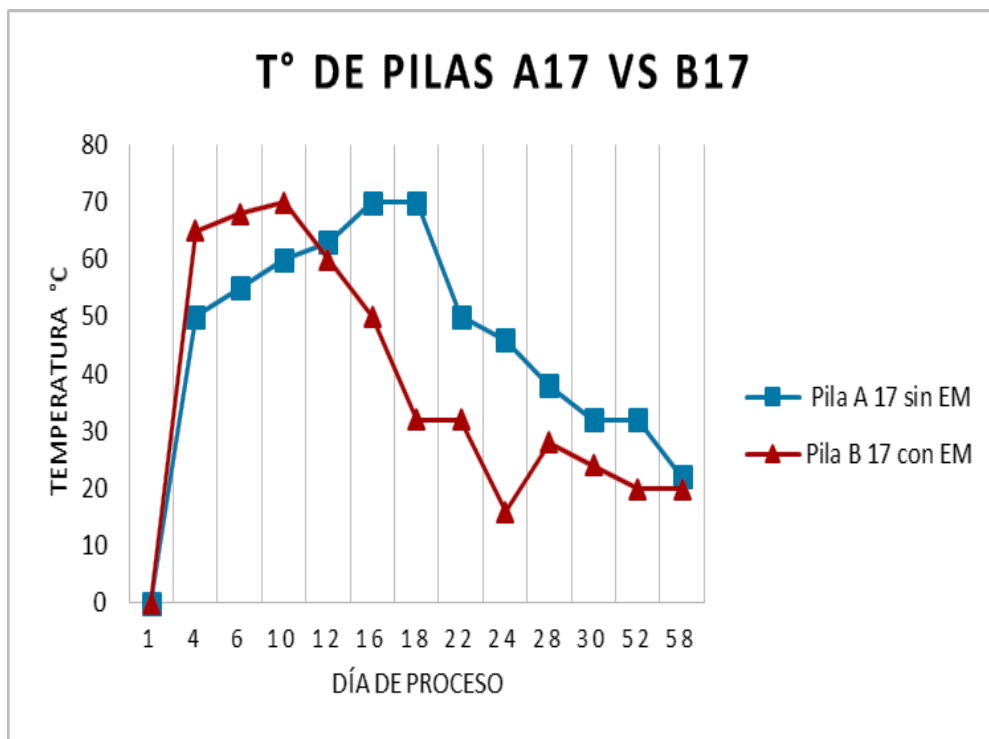


Figura 17. Temperatura. Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2 Comparación de humedad pila A17 VS B17

La Humedad de las dos pilas en estudio finalizo en 40% (figura 18), valor encontrado en el rango óptimo de 40-60% según Acosta *et al.* (2006) ya que si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad

depende de las materias primas empleadas y va directamente relacionada con el cambio de temperatura.

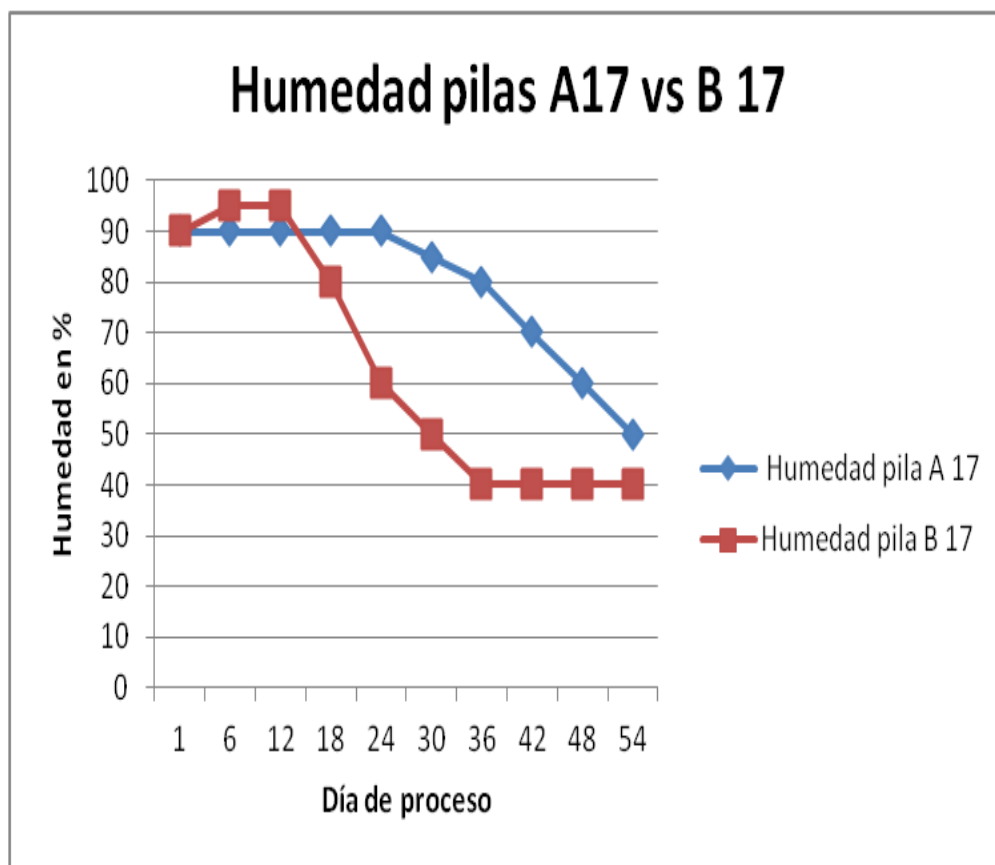


Figura 18. Humedad. Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.3 Comparación de nutrientes pila A17 VS B17

Se determina y compara los parámetros más importantes que intervienen en el proceso biológico del compostaje como: pH, contenido de carbono, nitrógeno, fósforo y sólidos volátiles, en la utilización con EM y sin EM en la que se obtuvo los siguientes resultados:

En el cuadro 11 se muestra el resumen de los resultados de algunos parámetros a comparar. Los resultados del laboratorio se muestran en el Anexo A.



Cuadro 11. Parámetros de calidad del compostaje.

PARÁMETRO	NTC 5167	A17	B17
pH	4 a 9	8,17	8,76
Carbono orgánico oxidable-COO	min 15 %	18,02	17,39
Nitrógeno-N	mayor 1%	1,63	1,85
Fosforo-P	mayor 1%	0,86	0,99
Potasio-K	mayor 1%	2,03	3,04
Relación Carbono-Nitrógeno -C/N	21 a 10	11,08	9,40
Retención de Humedad Materiales de origen vegetal	máx. 30	16,75	25,72

Al realizar el análisis de los parámetros que se encuentran en el cuadro se puede apreciar que el compostaje realizado con microorganismos eficientes proporciona mayor cantidad de nutrientes al suelo, así también como lo mencionan en su investigación Pérez *et al* (2010) la capacidad de retención de agua en un abono orgánico debe mejorar la capacidad de retención de humedad y la tasa de infiltración del suelo; la densidad es uno de los aspectos físicos que definen la calidad de un abono orgánico, en tanto se relaciona con su capacidad para mejorar la eficiencia de absorción, aireación y estructura del suelo, por los resultados obtenidos el que presenta mayor retención de humedad es el elaborado en presencia de microorganismos eficientes.

En cuanto a la relación C/N se obtuvo que el compost elaborado sin presencia de microorganismos eficientes tiene un valor de 11,08 el cual se encuentra en el rango aceptable; mientras que el compost elaborado con microorganismos eficientes presenta un valor más bajo de C/N (9.40) teniendo una rápida

liberación de nutrientes, lo que se puede atribuir a la falta de volteos que permitieran incentivar el metabolismo de los microorganismos eficientes.

Al comparar las concentraciones obtenidas con otros estudios como el de la Evaluación De Diferentes Formulaciones De Compostaje A Partir De Residuos De Cosecha De Tomate en el que usan una pila testigo (T1) y una con adición de EM (T2) demuestran un mejor comportamiento de las variables para el T2 cuyos resultados fueron los más altos de Nitrógeno (0,75%), Fosforo (0,0039%) y Potasio (0,64%) y con el estudio realizado con cereza de café por DE DIAZ *et al.* (2010) en el que se resalta las diferencias significativas en las características fisicoquímicas y parámetros de importancia exigidos por la norma técnica colombiana como son en pH (8,72), en cuanto a la relación C/N (10) demostrando una madurez a los 40 días del estudio, Potasio (5,01%), Fosforo total (0,76%), Nitrógeno orgánico (2,2 %) y finalmente la investigación permitió demostrar experimentalmente que es posible acelerar el proceso de compostaje utilizando microorganismos nativos de la pulpa del café y disminuir a 40 días el tiempo requerido para obtener un sustrato orgánico de buena calidad.

Se encontró que los valores de macronutrientes hallados en el presente estudio fueron superiores en comparación al primer estudio mencionado y menores al segundo lo cual puede relacionarse a la variedad de materia prima usada para el compostaje como lo menciona Márquez *et al.* (2008). En los tres estudios el uso de EM disminuyó el tiempo del proceso de maduración del compostaje.

Los resultados obtenidos sobre nutrientes de los dos tratamientos con adición de EM y sin EM están dentro de los rangos aceptados por la NTC 5167 por lo cual se pueden usar como fertilizantes orgánicos.

#### **4.2.4 Relación costo beneficio.**

A continuación en el cuadro 12 y 13 se muestra los costos de producción de una tonelada (1000 Kg) de residuos sólidos orgánicos para obtener 400 Kg de compost en la planta de compostaje para los dos casos sin EM y con EM.

Para la pila sin EM el costo total de producción de 400 Kg es de \$102.531 mientras que para la pila con EM es de \$63.950; el empaque para la venta contiene 40 Kg de compost por lo tanto de cada tonelada se obtienen 10 bultos de abono cuyo valor unitario de producción es de \$10.253 y \$6395 respectivamente. La diferencia del costo de producción es de \$ 3.857 por cada bulto, lo cual es significativo ya que por los 10 bultos se ahorrarían \$38.577.

Por otro lado la enmienda producida en la planta es usada en los diferentes proyectos agroambientales de la UMATA lo que aumenta la importancia de

disminuir el tiempo de producción ya que semestralmente se están renovando los proyectos y con ello la concientización ambiental de las personas beneficiadas con estos, y por ende la necesidad de aumentar la producción.

Por ejemplo para un proyecto de reforestación de 1000 plántulas de Nauno se requieren 20 bultos de abono orgánico en la siembra, ya que cada plántula requiere 0,8 Kg si la UMATA produce el abono se ahorraría \$70.000 si se compara con una enmienda con características similares como se muestra en el cuadro 14.

Cuadro 12 . Costos de producción sin EM

Costo de la elaboración de compost sin microorganismos a partir de 1000 Kg de Materia Orgánica obteniendo 400 Kg de Compost.					
N°	Componente	unidad	Cantidad	Valor unitario	valor total
1	Costos de operario	hora	9	\$ 4.909,00	\$ 44.181,00
2	ACPM	l	19	\$ 2.650,00	\$ 50.350,00
3	Transporte- Convenio ServiAseo.	uno	1	\$ 15.000,00	\$ -
3	Empaques tipo costalilla.	uno	40	\$ 200,00	\$ 8.000,00
					\$ 102.531,00

Cuadro 13. Costos de producción con EM

Costo de la elaboración de compost sin microorganismos a partir de 1000 Kg de Materia Orgánica obteniendo 400 Kg de Compost.					
N°	Componente	unidad	Cantidad	Valor unitario	valor total
1	Costos de operario	hora	6	\$ 4.909,00	\$ 29.454,00
2	ACPM	l	10	\$ 2.650,00	\$ 26.500,00
3	Transporte- Convenio ServiAseo		1	\$ 15.000,00	
4	Empaques tipo costalilla.	uno	40	\$ 200,00	\$ 8.000,00
					\$ 63.954,00

Cuadro 14. Ejemplo Proyecto de Reforestación.

Proyecto De Reforestación De 1000 Plántulas De Nauno.	Fuente De Abono	Costo De Los 40 Kg	Inversión	Transporte Hasta La Planta	Inversión Total	Ahorro
20 bultos de abono	Abono Orgánico Regional 40 Kg Con Licencia Producto Ica	\$ 84.900	\$ 1.698.000	\$ 100.000	\$ 1.798.000	\$ 1.638.000
20 bultos de abono	Gallinaza kikes	\$ 9.000	\$ 180.000	\$ 50.000	\$ 230.000	\$ 70.000
20 bultos de abono	Abono Orgánico UMATA Popayán	\$ 8.000	\$ 160.000	\$ -	\$ 160.000	

## 5 CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos se puede concluir que los microorganismos eficientes usados en el proceso de compostaje del Vivero Municipal “La Patojita” permiten disminuir a 48 días el tiempo requerido para obtener el compost.
- Al aplicar la tecnología de compostaje con EM se estaría reduciendo el tiempo de permanencia de los residuos sólidos en proceso de compostaje y los costos de producción lo que permitiría procesar mayor cantidad de RSO.
- Para Proyectos que apoya y ejecuta la UMATA en los que requiera 20 bultos de abono orgánico se ahorraría \$70.000 si es producido en la planta de compostaje comparándola con una enmienda con características similares como se muestra en el cuadro 14.
- Desde el punto de vista social se generan oportunidades de empleo; se reduciría la propagación de enfermedades y se lograría mejorar las condiciones sanitarias y calidad de vida de los ciudadanos.
- Las Capacitaciones y talleres permitieron ampliar los conocimientos de la comunidad sobre los temas tratados, además, permiten el mejoramiento en el desempeño ambiental, cumplimiento de la Política Ambiental y normatividad nacional vigente, fortaleciendo los proyectos ambientales municipales, mediante el aporte a la problemática económica, social y medioambiental que afecta la calidad de vida de la población del municipio de Popayán.
- Esta práctica empresarial me enriqueció de manera importante en mi conocimiento laboral, afiancé mis conocimientos sobre el manejo de los residuos sólidos orgánicos, el proceso de compostaje y su uso, los microorganismos eficientes, a la vez que adquirí experiencia en el campo laboral, la relación con el talento humano y el trabajo en equipo.

## 6 RECOMENDACIONES

- Al proceso de compostaje realizado en el vivero municipal se recomienda la adición de materias que aporten mayores cantidades de Carbono (C) tales como son paja, virutas de madera y hojas secas para aumentar la calidad del producto final. Así, también se recomienda la realización de análisis de laboratorio con el fin de llevar un mayor control del proceso de compostaje.
- Al utilizar la tecnología EM en el proceso de compostaje se debe tener en cuenta el número de volteos a realizar al menos 3 veces por semana con el fin de incentivar el metabolismo de los microorganismos para obtener una mejor calidad de compost
- Para usar el compost se recomienda saber qué tipo de cultivo se va a plantar para así determinar la cantidad de abono requerido. Además se sugiere que el compost empacado contenga el cuadro de nutrientes.
- Al realizar el proceso de propagación de microorganismos se debe tener en cuenta los materiales a usar con el fin de obtener un buen caldo microbiológico.
- Se recomienda estudios posteriores comparando el inóculo extraído de los RSO a compostar con los inoculados preparados en la planta de compostaje.

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, Y., Cayama, J., Gómez, E., Reyes, N., Rojas, D., & García, H. (2006). Respiración microbiana y prueba de fitotoxicidad en el proceso de compostaje de una mezcla de residuos orgánicos. *Multiciencias*, 6(3).
- Alvarez Morales, J. C. (2009). La calidad microbiológica del suelo y del compost del parque Itchimbia en su proceso de recuperación. Pichincha, 2008.
- Colombiana, N. T. (2004). 5167. Materiales Orgánicos Utilizados como Fertilizantes o Acondicionadores de Suelos. Bogotá.
- Day M. y Shaw K. (2001). Biological, chemical and physical processes of composting. En: Stofella, P., Kahn, B. Compost utilization in horticultural cropping systems. Lewis.U.S.A. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=F6VeWD5ewK4C&oi=fnd&pg=PA17&dq=Biological,+chemical+and+physical+processe+s+of+composting.+En:+Stofella,+P.,+Kahn,+B.+Compost+utilizatio+n+in+horticultural+cropping+systems.+Lewis.+U.S.A.&ots=QeNGh1CidH&sig=BzMg6ogVtDU7x84Iz8p8P9H7i0A#v=onepage&q&f=false>
- de Díaz, M. C. V., Prada, P. A., & Mondragon, M. A. (2010). Optimización del proceso de compostaje de productos post-cosecha (cereza) del café con la aplicación de microorganismos nativos. *NOVA*, 8(14).
- Haug, R. T. (1993). The practical handbook of compost engineering. CRC Press
- Higa, T., James, F., por FUNDASES, T., Peña, P. A. R., & Agrónoma, I. (2013). Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles. *Maryland (USA): Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos*.
- Márquez, P. B., Blanco, M. J. D., & Capitán, F. C. (2008). 4. Factores que afectan al proceso de compostaje. *Compostaje*, 121.

- Mindesarrollo (Ministerio de Desarrollo Económico). (2000). Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS 2000. Título F - Sistemas de Aseo Urbano. República de Colombia.
- Navia-Cuetia, C. A., Zemanate-Cordoba, Y., Morales-Velasco, S., Prado, F. A., & López, N. A. (2013). Evaluación De Diferentes Formulaciones De Compostaje A Partir De Residuos De Cosecha De Tomate (*Solanum lycopersicum*). (Spanish). *Biología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 165-173
- Oviedo-Ocaña, R., Marmolejo-Rebellon, L., & Torres-Lozada, P. (2012). Perspectivas de aplicación del compostaje de biorresiduos provenientes de residuos sólidos municipales. Un enfoque desde lo global a lo local. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), 67-75.
- Pérez, R., Pérez, A., & Vertel, M. (2010). Caracterización nutricional, fisicoquímica y microbiológica de tres abonos orgánicos para uso en agroecosistemas de pasturas en la subregión sabanas del departamento de Sucre, Colombia. *Tumbaga*, 1(5), 27-37
- PNUMA (2012): Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. GEO-5, medio ambiente para el futuro que queremos, Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, Brasil. página 322. Recuperado de <http://www.unep.org/spanish/geo/geo5.asp>
- UMATA (2014). Alcaldía de Popayán. Recuperado de : <http://popayan.gov.co/ciudadanos/informacion-al-ciudadano/preguntas-frecuentes/unidad-municipal-de-asistencia-tecnica-agropecuaria-umata>
- Van Heerden, I., Cronjé, C., Swart, S. H., & Kotzé, J. M. (2002). Microbial, chemical and physical aspects of citrus waste composting. *Bioresource technology*, 81(1), 71-76.



## **8 ANEXO A**

### **8.1 RESULTADOS DE LABORATORIO**

**INFORME DE CONTROL DE CALIDAD  
INSUMOS AGRICOLAS  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS**

**Registrado Ante el ICA según Resolución 01271**

Cliente: YINA MARCELA ANACONA			
Correo Electronico	yinita408@hotmail.com	Teléfono	312 810 02 14
Fecha de Ingreso	Diciembre 02 de 2014	Emisión de certificado	Diciembre 15 de 2014

ALCANCE ANALISIS: Fertilizante orgánico u orgánico mineral completo.

Producto: COMPOST SIN MICROORGANISMOS E.			
Tipo / Especie	producto terminado	Identificación de la muestra	Muestra N° 1, Pila A 17
No Laboratorio	AO-1412066	Característica	Sólido

**RESULTADOS ANALITICOS**

Parametro	Resultados	Unidades	Método Analítico
pH	8,18	Adimensional	NTC 5167
Densidad	0,675	g/cm <sup>3</sup>	NTC 5167
Humedad	15,33	%	NTC 5167
Conductividad electrica	0,237	dS/m	NTC 5167
Capacidad de intercambio catiónico	22,76	meq/100g	NTC 5167
Capacidad de retención de agua	80,37	%	NTC 5167
Residuo insoluble en acido	48,51	%	NTC 5167

**Parámetro en Unidades de %**

	Expresión	Resultados	Método Analítico
Cenizas	M. Mineral	48,6	NTC 5167
Perdidas por volatilización	M. Orgánico	36,07	NTC 5167
Carbono orgánico oxidable total	C O	17,99	NTC 5167
Nitrógeno Total	N Total	1,67	NTC 5167 y 370
Fósforo Total	P2O5	0,89	NTC 5167 y 234
Potasio Total	K2O	2,04	NTC 5167 y 202
Calcio	CaO	2,81	NTC 5167 y 1369
Magnesio	MgO	0,76	NTC 5167 y 1369
Sodio	Na	0,24	Emisión Atómica
Hierro	Fe	0,14	NTC 5167 y 1369
Azufre	S	1,22	NTC 5167
Silicio	SiO <sub>2</sub>	35,65	NTC 5167

**Parámetro en Unidades de ppm**

	Expresión	Resultados	Método Analítico
Manganeso	Mn	204,27	NTC 5167 y 1369
Cobre	Cu	89,57	NTC 5167 y 1369
Zinc	Zn	180,54	NTC 5167 y 1369
Boro	B	205,31	NTC 5167 y 1860

**NOTA:** Los contenidos reportados corresponden a la muestra en Base Húmeda.



JEFE DE LABORATORIO

**INFORME DE CONTROL DE CALIDAD  
INSUMOS AGRICOLAS  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS**

**Registrado Ante el ICA según Resolución 01271**

<b>Cliente: YINA MARCELA ANACONA</b>			
<b>Correo Electronico</b>	yinita408@hotmail.com	<b>Teléfono</b>	312 810 02 14
<b>Fecha de Ingreso</b>	Diciembre 02 de 2014	<b>Emisión de certificado</b>	Diciembre 15 de 2014

ALCANCE ANALISIS: Fertilizante orgánico u orgánico mineral completo.

<b>Producto: COMPOST SIN MICROORGANISMOS E.</b>			
<b>Tipo / Especie</b>	producto terminado	<b>Identificación de la muestra</b>	Muestra N°2 , Pila A 17
<b>No Laboratorio</b>	AO-1412064	<b>Característica</b>	Sólido

**RESULTADOS ANALITICOS**

Parametro	Resultados	Unidades	Método Analítico
pH	8,15	Adimensional	NTC 5167
Densidad	0,671	g/cm <sup>3</sup>	NTC 5167
Humedad	18,17	%	NTC 5167
Conductividad electrica	0,218	dS/m	NTC 5167
Capacidad de intercambio catiónico	21,67	meq/100g	NTC 5167
Capacidad de retención de agua	77,71	%	NTC 5167
Residuo insoluble en acido	44,16	%	NTC 5167

**Parámetro en Unidades de %**

	Expresión	Resultados	Método Analítico
Cenizas	M. Mineral	44,8	NTC 5167
Perdidas por volatilización	M. Orgánico	37,02	NTC 5167
Carbono orgánico oxidable total	C.O	18,04	NTC 5167
Nitrógeno Total	N Total	1,58	NTC 5167 y 370
Fósforo Total	P2O5	0,82	NTC 5167 y 234
Potasio Total	K2O	2,01	NTC 5167 y 202
Calcio	CaO	2,67	NTC 5167 y 1369
Magnesio	MgO	0,77	NTC 5167 y 1369
Sodio	Na	0,28	Emisión Atómica
Hierro	Fe	0,14	NTC 5167 y 1369
Azufre	S	1,11	NTC 5167
Silicio	SiO <sub>2</sub>	46,67	NTC 5167

**Parámetro en Unidades de ppm**

	Expresión	Resultados	Método Analítico
Manganeso	Mn	210,02	NTC 5167 y 1369
Cobre	Cu	86,89	NTC 5167 y 1369
Zinc	Zn	174,87	NTC 5167 y 1369
Boro	B	194,53	NTC 5167 y 1860

NOTA: Los contenidos reportados corresponden a la muestra en **Base Húmeda**.




JEFE DE LABORATORIO

**INFORME DE CONTROL DE CALIDAD  
INSUMOS AGRICOLAS  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS**

**Registrado Ante el ICA según Resolución 01271**

Cliente: YINA MARCELA ANACONA			
Correo Electronico	yinita408@hotmail.com	Teléfono	312 810 02 14
Fecha de Ingreso	Diciembre 02 de 2014	Emisión de certificado	Diciembre 15 de 2014

**ALCANCE ANALISIS:** Fertilizante orgánico u orgánico mineral completo.

Producto: COMPOST CON MICROORGANISMOS E.			
Tipo / Especie	producto terminado	Identificación de la muestra	Muestra N° 1 , Pila B 17
No Laboratorio	AO-1412065	Característica	Sólido

**RESULTADOS ANALITICOS**

Parametro	Resultados	Unidades	Método Analítico
pH	8,83	Adimensional	NTC 5167
Densidad	0,721	g/cm <sup>3</sup>	NTC 5167
Humedad	25,23	%	NTC 5167
Conductividad electrica	0,227	dS/m	NTC 5167
Capacidad de intercambio catiónico	18,64	meq/100g	NTC 5167
Capacidad de retención de agua	97,15	%	NTC 5167
Residuo insoluble en acido	34,74	%	NTC 5167

Parámetro en Unidades de %			
	Expresión	Resultados	Método Analítico
Cenizas	M. Mineral	43,83	NTC 5167
Perdidas por volatilización	M. Orgánico	30,95	NTC 5167
Carbono orgánico oxidable total	C.O	17,2	NTC 5167
Nitrógeno Total	N Total	1,87	NTC 5167 y 370
Fósforo Total	P2O5	1,05	NTC 5167 y 234
Potasio Total	K2O	2,87	NTC 5167 y 202
Calcio	CaO	1,97	NTC 5167 y 1369
Magnesio	MgO	0,82	NTC 5167 y 1369
Sodio	Na	0,18	Emisión Atómica
Hierro	Fe	0,19	NTC 5167 y 1369
Azufre	S	1,4	NTC 5167
Silicio	SiO <sub>2</sub>	29,02	NTC 5167

Parámetro en Unidades de ppm			
	Expresión	Resultados	Método Analítico
Manganeso	Mn	195,34	NTC 5167 y 1369
Cobre	Cu	93,55	NTC 5167 y 1369
Zinc	Zn	211,02	NTC 5167 y 1369
Boro	B	132,38	NTC 5167 y 1860

**NOTA:** Los contenidos reportados corresponden a la muestra en Base Húmeda.



  
JEFE DE LABORATORIO

**INFORME DE CONTROL DE CALIDAD  
INSUMOS AGRICOLAS  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS**

**Registrado Ante el ICA según Resolución 01271**

Cliente: YINA MARCELA ANACONA			
Correo Electronico	yinita408@hotmail.com	Teléfono	312 810 02 14
Fecha de Ingreso	Diciembre 02 de 2014	Emisión de certificado	Diciembre 15 de 2014

ALCANCE ANALISIS: Fertilizante orgánico u orgánico mineral completo.

Producto: COMPOST CON MICROORGANISMOS E.			
Tipo / Especie	producto terminado	Identificación de la muestra	Muestra N°2 , Pila B 17
No Laboratorio	AO-1412063	Característica	Sólido

**RESULTADOS ANALITICOS**

Parametro	Resultados	Unidades	Método Analítico
pH	8,68	Adimensional	NTC 5167
Densidad	0,662	g/cm <sup>3</sup>	NTC 5167
Humedad	26,21	%	NTC 5167
Conductividad electrica	0,236	dS/m	NTC 5167
Capacidad de intercambio catiónico	20,59	meq/100g	NTC 5167
Capacidad de retención de agua	95,87	%	NTC 5167
Residuo insoluble en acido	37,31	%	NTC 5167


Parámetro en Unidades de %			
	Expresión	Resultados	Método Analítico
Cenizas	M. Mineral	42,55	NTC 5167
Perdidas por volatilización	M. Orgánico	31,24	NTC 5167
Carbono orgánico oxidable total	C.O	17,59	NTC 5167
Nitrógeno Total	N Total	1,83	NTC 5167 y 370
Fósforo Total	P2O5	0,92	NTC 5167 y 234
Potasio Total	K2O	3,21	NTC 5167 y 202
Calcio	CaO	2,11	NTC 5167 y 1369
Magnesio	MgO	0,79	NTC 5167 y 1369
Sodio	Na	0,2	Emisión Atómica
Hierro	Fe	0,19	NTC 5167 y 1369
Azufre	S	1,21	NTC 5167
Silicio	SiO <sub>2</sub>	41,45	NTC 5167

Parámetro en Unidades de ppm			
	Expresión	Resultados	Método Analítico
Manganeso	Mn	194,12	NTC 5167 y 1369
Cobre	Cu	93,06	NTC 5167 y 1369
Zinc	Zn	184,99	NTC 5167 y 1369
Boro	B	160,37	NTC 5167 y 1860

NOTA: Los contenidos reportados corresponden a la muestra en Base Húmeda.



  
 JEFE DE LABORATORIO

	ALCALDIA DE POPAYAN	GTH-112
	SECRETARIA GENERAL	Versión: 06
		Página 1 de 1



Popayán, 30-03-2015

Radicación:20151120140471

**EL COORDINADOR DEL GRUPO DE GESTION HUMANA DEL MUNICIPIO DE POPAYAN**

**HACE CONSTAR,**

Que la estudiante del programa Ingeniería Ambiental de la Universidad del Cauca YINA MARCELA ANACONA ZUÑIGA, identificada con la cédula de ciudadanía número 1.061.727.055 de Popayán, realizó a entera satisfacción su Práctica Profesional en la Oficina de la Umata, por espacio de cuatro (04) meses, desde el 6 de Agosto de 2014 al 6 de Diciembre de 2014, donde realizó el trabajo "Estudio del Comportamiento de la Tecnología EM (Microorganismos Eficaces), para el Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos a Través de Compostaje, en la Planta de Compostaje y Vivero Municipal, La Potojita – Popayán.

Esta constancia se firma en Popayán, 30-03-2015

  
**CENARIO RODRIGUEZ HERNANDEZ**  
 Coordinador Talento Humano

Proyecto: Piedad Trujillo  
 Revisó: Cenario Rodríguez Hernández  
 Archivado: Constancias

¡Progreso para  
**Popayán!** **POPAYÁN**

Popayán © Edificio C.A.M. Carrera 6 # 4-21. Código Postal: 190003. Tel: 8333033  
[www.popayan.gov.co](http://www.popayan.gov.co)

	ALCALDIA DE POPAYAN	GA-210
	UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TECNICA AGROPECUARIA UMATA	Version: 06 Página 1 de 1



Popayán, 27-03-2015

Radicación: 20152100138931

**LA JEFE DE LA UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA -  
UMATA**

**HACE CONSTAR**

Que **YINA MARCELA ANACONA ZUÑIGA**, identificada con cédula de ciudadanía N° 1.061.727.055 de Popayán (Cauca), estudiante del programa de pregrado de Ingeniería Ambiental de la Universidad del Cauca, realizo su Práctica Profesional al realizar el **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA EM (MICROORGANISMOS EFICACES) PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE COMPOSTAJE, EN LA PLANTA DE COMPOSTAJE Y VIVERO MUNICIPAL “ LA PATOJITA” POPAYÁN – CAUCA”**, en la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA del Municipio de Popayán, durante 4 meses, desde el 6 de Agosto de 2014 hasta el 6 de Diciembre de 2014. Su trabajo de grado lo realizó en la modalidad de practica empresarial desarrollada con la asesoría permanente de la Ingeniera Ambiental **GENNA CAMPAZ HURTADO** identificada con cedula de ciudadanía N° 31.306.151 de Cali (Valle del Cauca) Y **HUGO ESTEBAN COLLAZOS ANDRADE** identificado con cedula de ciudadanía N° 76.312.848 de Popayán (Cauca) por los contratistas de la UMATA, quienes certificaron el cumplimiento a satisfacción de las actividades de la pasante.

La propuesta se fundamenta en el Proyecto de pasantía titulado **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA EM (MICROORGANISMOS EFICACES) PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE COMPOSTAJE, EN LA PLANTA DE COMPOSTAJE Y VIVERO MUNICIPAL “ LA PATOJITA” POPAYÁN – CAUCA”**, con fundamento en las siguientes actividades realizadas:


- Realizar talleres de educación y capacitación a estudiantes del grado sexto, de la Institución Educativa José Eusebio Caro, dueños de estaderos de la vía Cajete- El Tambo, asociados a Cooptraiss - Cooperativa de los trabajadores del seguro social, operarios de la planta y comerciantes de las plazas de mercado de Popayán en temas ambientales como: Residuos sólidos orgánicos, Compostaje, Cambio

*Handwritten signature*

¡Progreso para  
Popayán! **POPAYÁN**

Popayán © Edificio C.A.M. Carrera 6 # 4-21. Código Postal: 190003. Tel: 8243081  
Commutador 8333033. [www.popayan.gov.co](http://www.popayan.gov.co)



	ALCALDIA DE POPAYAN	GA-210
	UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TECNICA AGROPECUARIA UMATA	Version: 06 Página 2 de 1



Popayán, 27-03-2015

Radicación: 20152100138931

climático, Efecto invernadero, uso eficiente del agua y medio ambiente y tipos de contaminación.

- Realizar el seguimiento y control a la tecnología EM para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos en la ejecución del proceso de compostaje.
- Determinar y comparar los parámetros más importantes que intervienen en el proceso biológico del compostaje como: temperatura, humedad, pH, contenido de carbono, nitrógeno, fósforo y sólidos volátiles, en la utilización de EM y sin EM.
- Realizar un análisis crítico y reflexivo sobre la eficiencia del proceso de compostaje con la utilización de la tecnología EM.
- Apoyar a la implementación de nueve (9) programas del plan de manejo ambiental de la planta de compostaje y vivero municipal.
- Brindar apoyo en el desarrollo de las actividades inherentes a la UMATA.
- Presentar informes de la ejecución de actividades realizadas de acuerdo al plan de acción.

Su desempeño se destacó por el cumplimiento a cabalidad de sus actividades y responsabilidad en su trabajo.

Esta certificación se firma en Popayán a los 27 días del mes de Marzo de 2015.

  
**JULY ARLETH SAMBONI RUBIO**  
 Jefe UMATA

Proyecto: MARÍA DEL PILAR SALAZAR *Huell -*  
 Revisó: JULY ARLETH SAMBONI RUBIO  
 Anexo: N/A

¡Progreso para  
**Popayán!** **POPAYÁN**

Popayán © Edificio C.A.M. Carrera 6 # 4-21. Código Postal: 190003. Tel: 8243081  
 Computador 8333033. [www.popayan.gov.co](http://www.popayan.gov.co)