

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS  
ORGÁNICOS PARA LA PLANTA DE COMPOSTAJE DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**

**KAREN VANESSA ARGOTE SÁNCHEZ**



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERA AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2013**

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS  
ORGÁNICOS PARA LA PLANTA DE COMPOSTAJE DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**

**KAREN VANESSA ARGOTE SÁNCHEZ**

Informe final en la modalidad de pasantía presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniera Ambiental

Directora  
**MARÍA ELENA CASTRO CAICEDO**  
Ingeniera Civil



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2013**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

Directora \_\_\_\_\_

MSc. María Elena Castro Caicedo

Jurado \_\_\_\_\_

Esp. Susana Montenegro Arboleda

Jurado \_\_\_\_\_

MSc. Luis Jorge González Muñoz

Popayán, 11 de octubre de 2013

## **DEDICATORIA**

*A Dios por darme la oportunidad de vivir y tener una madre tan maravillosa,  
a mi madre, a ella por su infinita, paciencia, dedicación  
y por su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis agradecimientos:

A Diana Sofía Salazar técnico trabajadora de la UMATA, por su apoyo e incluirme en el desarrollo del proyecto para realizar la pasantía.

A la Ingeniera María Elena Castro Caicedo, Tutora y Directora del trabajo de grado por su paciencia, colaboración y aportes para el desarrollo de este informe.

A la Universidad del Cauca, al cuerpo de docentes y especialmente a los jurados, la Esp. Susana Montenegro Arboleda y el Ing. Luis Jorge González Muñoz por sus aportes y oportuna revisión del documento.

A mis compañeros y amigos que siempre estuvieron pendientes en este proceso.

A Dios por la vida y a mi familia por su comprensión y apoyo incondicional en el desarrollo de la carrera y del proyecto de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO _____	11
INTRODUCCIÓN _____	12
1 OBJETIVOS _____	13
1.1 OBJETIVO GENERAL _____	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____	13
2 EMPRESA RECEPTORA DE LA PASANTÍA _____	14
3 METODOLOGÍA _____	15
4 DIAGNOSTICO DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE _____	18
4.1 GENERALIDADES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE MUNICIPAL _____	18
4.2 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE _____	19
4.2.1 Casa principal _____	19
4.2.2 Planta de compostaje _____	20
4.2.3 Lombricultura _____	21
4.2.4 Vivero _____	22
4.3 INVENTARIO _____	22
4.3.1 Maquinaria y equipos _____	22
4.3.2 Herramientas y materiales _____	23
4.3.3 Insumos _____	23
5 ASPECTOS RELACIONADOS CON RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LOS SITIOS SELECCIONADOS _____	24
5.1 EMPRESA ENCARGADA DEL SERVICIO DE ASEO _____	24
5.2 PRINCIPALES FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS _____	24
5.2.1 Plazas de mercado _____	26
5.2.2 Instituciones _____	28
5.2.3 Agroindustrias _____	29
6 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS _____	31
6.1 CARACTERIZACIÓN EN LAS PLAZAS DE MERCADO _____	31
6.1.1 Identificación de generadores _____	31
6.1.2 Resultados de la encuesta _____	31
6.2 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PLANTA DE COMPOSTAJE _____	40
6.2.1 Acuerdos _____	40
6.2.2 Capacitación _____	42

6.2.3	Recolección y transporte en galerías _____	43
6.2.4	Recepción de residuos en la planta de compostaje _____	44
6.2.5	Relación de la densidad con el volumen de residuos en las galerías _____	48
7	PLAN DE APROVECHAMIENTO _____	50
7.1	OBJETIVO _____	50
7.2	MARCO NORMATIVO _____	50
7.2.1	Normas jurídicas aplicables a los residuos sólidos _____	50
7.2.2	Normas técnicas _____	50
7.2.3	Normas jurídicas aplicables al compostaje o lombricomposteo _____	51
7.3	PROGRAMA 1. ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE TRABAJO _____	51
7.4	PROGRAMA 2. SEPARACIÓN EN LA FUENTE EN PLAZAS DE MERCADO _____	52
7.5	PROGRAMA 3. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS _____	53
7.6	PROGRAMA 4. PROCESO DE COMPOSTAJE _____	54
7.7	PROGRAMA 5. PROCESO DE LOMBRICULTURA _____	59
7.8	SEGUIMIENTO Y CONTROL _____	60
7.9	RESPONSABLES _____	61
7.10	RECURSOS _____	62
8	ACTIVIDADES DEL PLAN DE APROVECHAMIENTO IMPLEMENTADAS _____	63
8.1	CODIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ÍTEMS DEL INVENTARIO _____	63
8.2	VERIFICACIÓN DE LA COMPRA DE LOS INSUMOS _____	64
9	CONCLUSIONES _____	65
10	RECOMENDACIONES _____	66
	BIBLIOGRAFÍA _____	67
	ANEXOS _____	69

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<i>Tabla 1. Principales fuentes generadoras de residuos sólidos.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2. Número de encuestas realizadas en cada galería .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3. Promedio, máximo y mínimo del área de los locales en cada galería en m<sup>2</sup> .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 4. Número de locales que comercializan cada producto.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 5. Número personas que han sido capacitadas y/o conocen del tema .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 6. Producción de residuos sólidos diarios en cada galería en m<sup>3</sup>.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7. Medidas de tendencia central y variabilidad entre los datos.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 8. Promedio de generación de residuos sólidos diarios por local en cada galería (L) .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 9. Valores máximos de volumen diarios en cada galería (L).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 10. Valores mínimos de volumen de residuos diario en cada galería (L).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 11. Desviación estándar de la generación diaria de residuos por galería (L) .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 12. Coeficiente de variación de la generación diaria de residuos por galería .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 13. Número de personas capacitadas.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 14. Tiempo promedio y lugar de permanencia del vehículo .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 15. Cantidad total de residuos sólidos recolectados.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 16. Cantidades totales entrantes a la planta de compostaje (toneladas).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 17. Densidad de los residuos sólidos .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 18. Generación de residuos sólidos diarios en cada galería en toneladas .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 19. Generación promedio de residuos sólidos diarios por local en cada galería (Kg) .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 20. Resumen de los parámetros para el control del proceso de compostaje.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 21. Condiciones para el establecimiento de la lombriz.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 22. Formatos de seguimiento y control de procesos .....</i>	<i>61</i>



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<i>Figura 1. Ubicación espacial de la Planta de Compostaje Municipal.....</i>	18
<i>Figura 2. Casa principal.....</i>	19
<i>Figura 3. Casa desde el interior.....</i>	19
<i>Figura 4. Zona del biodigestor.....</i>	20
<i>Figura 5. Área de recepción de Residuos.....</i>	20
<i>Figura 6. Caseta para selección de residuos.....</i>	20
<i>Figura 7. Caseta para conformación de pilas.....</i>	21
<i>Figura 8. Caseta vacía.....</i>	21
<i>Figura 9. Camas de lombricompuesto.....</i>	21
<i>Figura 10. Caseta de Lombricultura.....</i>	21
<i>Figura 11. Propagación en eras.....</i>	22
<i>Figura 12. Propagación en germinadores.....</i>	22
<i>Figura 13. Inventario de herramientas.....</i>	23
<i>Figura 14. Ubicación de las principales fuentes generadoras de RSO en el Municipio de Popayán.....</i>	25
<i>Figura 15. Carretillas de recolección.....</i>	26
<i>Figura 16. Vía en la galería del Barrio Bolívar.....</i>	26
<i>Figura 17. Carretillas de recolección.....</i>	27
<i>Figura 18. Lugar de parqueo de carro recolector.....</i>	27
<i>Figura 19. Cuarto de almacenamiento temporal.....</i>	27
<i>Figura 20. Caja estacionaria.....</i>	27
<i>Figura 21. Mercado en el Parque de la Salud.....</i>	28
<i>Figura 22. Mercado Parque Barrio Yambitará.....</i>	28
<i>Figura 23. Cuarto de almacenamiento de residuos.....</i>	29
<i>Figura 24. Canecas para la disposición temporal de residuos.....</i>	29
<i>Figura 25. Caballerizas del Comando de Policía.....</i>	29
<i>Figura 26. Disposición de excremento equino.....</i>	29
<i>Figura 27. Molienda Vereda San Antonio.....</i>	30
<i>Figura 28. Acumulación del bagazo de caña.....</i>	30
<i>Figura 29. Equipo de deshidratación del contenido ruminal.....</i>	30
<i>Figura 30. Tolva receptora del residuo del rumen.....</i>	30
<i>Figura 31. Porcentaje de productos de comercialización en las galerías.....</i>	33
<i>Figura 32. Porcentaje de número personas que han sido capacitadas y/o conocen del tema.....</i>	34
<i>Figura 33. Porcentaje del número personas dispuestas a separar residuos orgánicos.....</i>	35
<i>Figura 34. Consolidado del volumen (m<sup>3</sup>) de residuos generado por cada galería.....</i>	36
<i>Figura 35. Vista delantera del volante informativo.....</i>	40
<i>Figura 36. Vista posterior del volante informativo.....</i>	41
<i>Figura 37. Ruta de recolección establecida.....</i>	41
<i>Figura 38. Capacitaciones puesto a puesto en las plazas de mercado.....</i>	43
<i>Figura 39. Lugar de parqueo Barrio Bolívar.....</i>	44
<i>Figura 40. Vaciado costales en carro recolector.....</i>	44
<i>Figura 41. Cantidades en toneladas de residuos entrantes a la planta de compostaje.....</i>	44
<i>Figura 42. Recolección de bagazo de caña.....</i>	45
<i>Figura 43. Transporte para el bagazo de caña.....</i>	45
<i>Figura 44. Grúa empleada para transporte de residuo ruminal.....</i>	45
<i>Figura 45. Descargue de residuo ruminal en la planta.....</i>	45
<i>Figura 46. Composición porcentual del total de residuos de galerías.....</i>	46
<i>Figura 47. Depósito de RS al llegar a la planta.....</i>	47
<i>Figura 48. Pesaje de la muestra.....</i>	47
<i>Figura 49. Diagrama de proceso de compostaje.....</i>	58

<i>Figura 50. Diagrama de proceso de Lombricultura, producción de humus .....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 51. Limpieza de Herramientas .....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 52. Codificación de insumos.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 53. Ordenación por tipo de objeto.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 54. Verificación del plan de compras.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 55. Organización de insumos .....</i>	<i>64</i>

## **LISTA DE ANEXOS**

<i>Anexo A. Formato para verificación de inventario .....</i>	<i>70</i>
<i>Anexo B. Formato de encuesta.....</i>	<i>71</i>
<i>Anexo C. Formato capacitaciones.....</i>	<i>72</i>
<i>Anexo D. Formato para registro de rutas de recolección en galerías .....</i>	<i>73</i>
<i>Anexo E. Formato de registro de residuos de entrada.....</i>	<i>74</i>
<i>Anexo F. Plano de distribución de la infraestructura en la Planta de Compostaje .....</i>	<i>75</i>
<i>Anexo G. Inventario de maquinaria y equipos .....</i>	<i>76</i>
<i>Anexo H. Inventario herramientas y materiales.....</i>	<i>77</i>
<i>Anexo I. Inventario de insumos .....</i>	<i>81</i>
<i>Anexo J. Registros de tipo y cantidades entrantes de residuos a la planta de compostaje .....</i>	<i>82</i>
<i>Anexo K. Composición de residuos entrantes a la planta de compostaje .....</i>	<i>83</i>
<i>Anexo L. Programas del plan de aprovechamiento de residuos sólidos .....</i>	<i>84</i>
<i>Anexo M. Plano a mano alzada de la plaza de mercado Alfonso López .....</i>	<i>90</i>
<i>Anexo N. Plano a mano alzada de la plaza de mercado del Barrio La Esmeralda.....</i>	<i>91</i>
<i>Anexo O. Plano a mano alzada de la plaza de mercado del Barrio Bolívar.....</i>	<i>92</i>
<i>Anexo P. Elementos incluidos en presupuesto de inversión 2012.....</i>	<i>93</i>

## GLOSARIO

**APROVECHAMIENTO:** proceso mediante el cual , a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos (RAS, 2000).

**CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS:** determinación de las características cualitativas y cuantitativas de un residuo sólido, identificando contenidos y propiedades de interés con una finalidad específica (RAS, 2000).

**COMPOST:** material estable que resulta de la descomposición de la materia orgánica en procesos de compostaje (RAS, 2000).

**COMPOSTAJE:** proceso mediante el cual la materia orgánica contenida en las basuras se convierte a una forma más estable, reduciendo su volumen y creando un material apto para cultivos y recuperación de suelos (RAS, 2000).

**CONTENIDO RUMINAL:** el contenido ruminal o “ruminaza” es producto obtenido de la matanza en los mataderos y representa el alimento ingerido por los animales poligástricos que es desechado al momento del sacrificio. Es una mezcla de material no digerido que tiene la consistencia de una papilla, con un color amarillo verdoso y un olor característico muy intenso cuando está fresco, además posee gran cantidad de flora y fauna microbiana y productos de la fermentación ruminal (TRILLOS, y otros, 2006).

**DESPERDICIO:** residuo sólido o semisólido de origen animal o vegetal, sujeto a putrefacción, proveniente de la manipulación, preparación y consumo de alimentos para uso animal y humano (RAS, 2000).

**RESIDUO SÓLIDO:** cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables (RAS, 2000).

**SEPARACIÓN EN LA FUENTE:** clasificación de las basuras y residuos sólidos en el sitio donde se generan. Su objetivo es separar los residuos que tienen un valor de uso indirecto, por su potencial de reuso, de aquellos que no lo tienen, mejorando así sus posibilidades de recuperación (RAS, 2000).

**LOMBRICULTURA:** la lombricultura o cultivo de lombrices es la técnica de criar en cautiverio lombrices de tierra logrando obtener una rápida y masiva reproducción y un crecimiento en espacios reducidos y la utilización de residuos orgánicos domésticos para su alimentación produciendo como resultado la transformación de estos en humus y en proteínas para la alimentación de aves, peces y cerdos (ICONTEC, 2004).

## INTRODUCCIÓN

Ante el evidente aumento en la generación de residuos sólidos, el inadecuado manejo en la mayoría de ciudades y la baja participación comunitaria y empresarial, actualmente, Colombia cuenta con un amplio desarrollo normativo enmarcado en la Política Nacional de Gestión de Residuos Sólidos emitida en 1998, en la cual, se considera el aprovechamiento y la valorización, como la base fundamental para las estrategias de manejo de residuos (COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 1998).

El aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos (RS), presenta varias ventajas desde el punto de vista ambiental y económico, especialmente cuando se realiza aprovechamiento de los residuos orgánicos; pues contribuye en disminuir la presión sobre los recursos naturales en cuanto a la racionalización de la oferta y la demanda, y también generan ingresos y empleo, contribuyendo a la dinamización de la economía (COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 1998).

En el Municipio de Popayán, a partir del año 2003 viene funcionando en forma intermitente una planta procesadora de residuos sólidos orgánicos generados en las galerías de mercado de la ciudad. En el año 2006, en la formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), se identificó que la porción orgánica es de 66.18% (ALCALDÍA DE POPAYÁN, 2006), dato considerado significativo, por tal motivo, se inician acciones encaminadas a fortalecer y activar la planta procesadora de que existe en inmediaciones del Relleno Sanitario El Ojito de Popayán.

En el año 2012, el Municipio de Popayán reinicia las actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, mediante el proyecto “Mejoramiento del proceso de compostaje por medio del vivero ecológico y la educación ambiental en el Municipio de Popayán” desarrollado por la Unidad de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), con el acompañamiento de estudiantes de la Universidad del Cauca, la Institución Universitaria Tecnológica de Comfacauca y del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

El presente trabajo contiene los resultados de la primera fase piloto del proyecto, la cual consistió en realizar un diagnóstico de las instalaciones de la planta compostaje y de técnicas de recolección, almacenamiento y transporte de los residuos en los sitios generadores (plazas de mercado, mercado móvil, Centro Comercial Campanario, Comando de Policía, trapiches paneleros y el Matadero Municipal) además, caracterizar los RS con el fin de diseñar un plan de aprovechamiento para la planta del Municipio. Tales aspectos fueron desarrollados mediante visitas de reconocimiento, encuestas, incluyendo un componente para estimar el volumen de residuos generados, capacitaciones y el establecimiento de una ruta de recolección de residuos para la producción de abono orgánico. Se encuestaron 587 vendedores que en promedio generan una tasa de 34,5 L/Local-día de residuos, se capacitaron 420 personas en función de propiciar la participación ciudadana y la concientización de la misma.

El trabajo permitió acercarse a los principales involucrados, recuperándose en 5 meses 99 toneladas de materia prima, de las cuales 36,83 toneladas fueron residuos sólidos orgánicos (RSO) de los sitios de mercado, siendo aprovechables un 98,08%, 28 toneladas de estiércol de caballo, 5 toneladas de bagazo de caña y 29 toneladas de contenido ruminal. Lo anterior permitió reconocer las necesidades del proceso y que un control minucioso de éste es imprescindible para lograr unos buenos resultados, precisando en la importancia de controlar el desarrollo adecuado del compostaje, haciendo referencia en la obtención de un producto final de calidad y un rendimiento correcto.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Formular un plan de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para contribuir en el proyecto “Mejoramiento del proceso de compostaje por medio del vivero ecológico y la educación ambiental en el Municipio de Popayán” manejado por la UMATA.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la situación actual de las instalaciones de la planta de compostaje del Municipio de Popayán.
- Identificar los aspectos relacionados con la recolección, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos en los sitios generadores incluidos en el proyecto.
- Caracterizar los residuos sólidos orgánicos factibles de aprovechamiento en la planta de compostaje del Municipio de Popayán.
- Diseñar el plan de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para la planta de compostaje del Municipio de Popayán.
- Iniciar actividades dispuestas en el plan de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en planta de compostaje.

## **2 EMPRESA RECEPTORA DE LA PASANTÍA**

### **UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TÉCNICA Y AGROPECUARIA**

La Unidad Municipal de Asistencia Técnica y Agropecuaria - UMATA, se encuentra vinculada a la Alcaldía de Popayán, con oficina en el edificio Centro Administrativo Municipal – CAM ubicado en la Carrera 6 No. 4 – 21.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal, la “UMATA”, tiene como prioridad fortalecer el acompañamiento técnico y asesoría a los productores, grupos asociativos del sector agropecuario, agroindustrial y ambiental, en el área de identificación, priorización y formulación de proyectos para utilizarlos como herramienta de gestión de recursos para aplicar a los procesos productivos agropecuarios, agroindustriales y ambientales, de tal manera que se fortalezca la productividad, competitividad y sostenibilidad del sector primario de la producción, tal como lo indica en la misión que se expone a continuación.

#### **Misión**

“La Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria del Municipio de Popayán, busca facilitar a los productores, microempresarios, organizaciones productivas del sector agropecuario, el acceso a asesorías, asistencia técnica, transferencia de tecnología y capacitación para el desarrollo y fortalecimiento de sus iniciativas productivas, empresariales y ambientales, mediante la estructuración de proyectos agropecuarios, ambientales y agroindustriales y la gestión de recursos, cuyo propósito es mejorar los sistemas productivos primarios para incrementar su participación en los mercados de bienes y servicios rurales, lo cual les permitirá ampliar sus oportunidades de ingresos y mejorar las condiciones de vida del núcleo familiar y del sector agropecuario en el Municipio de Popayán, Cauca”. (UMATA, 2012).

### 3 METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto contó con un grupo de trabajo conformado por pasantes del área agroambiental de la Institución Universitaria Tecnológica de Comfacaucá y del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), operarios que apoyaron a la pasante de Ingeniería Ambiental, bajo la dirección de la especialista en Gerencia Ambiental y Desarrollo Sostenible Mónica Rocío Ruales y con la orientación y supervisión de la técnico profesional Diana Salazar dirigente del proyecto en la UMATA. El trabajo se desarrolló en el periodo de junio a diciembre de 2012 con dedicación de tiempo completo, 8 horas diarias durante 5 días a la semana, se contó con recursos logísticos aportados por la UMATA, como transporte, papelería, recipientes, entre otros. De esta manera, la metodología a seguir para dar cumplimiento a los objetivos fue la siguiente:

- **Diagnóstico de las instalaciones de la planta de compostaje**

El diagnóstico de las instalaciones existentes se realizó mediante la confrontación de la información secundaria que proporcionó la UMATA con la verificación en campo, de cada una de las instalaciones construidas previamente y las existentes a la fecha, con el uso de una lista de chequeo y levantamiento de un inventario de los elementos que se halla en el Anexo A; con esto, se presenta una descripción detallada acompañada de registro fotográfico.

- **Identificación de los aspectos relacionados con la recolección, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos de los sitios generadores seleccionados**

La identificación de diferentes aspectos relacionados con la recolección, almacenamiento y transporte de los residuos sólidos se llevó a cabo en las galerías de los barrios Bolívar, Alfonso López y La Esmeralda, el mercado móvil, el Centro Comercial Campanario, el Comando de Policía, las moliendas paneleras y el Matadero Municipal, mediante visitas a cada lugar, reuniones con los propietarios y/o administradores y posterior seguimiento a cada una de estas actividades. Se hizo el levantamiento de actas de reunión y se tomó registro fotográfico de los sitios.

- **Caracterización de residuos sólidos orgánicos**

La caracterización de los RSO se llevó a cabo durante 20 semanas y se realizó utilizando dos métodos, uno a partir de muestras de RS de algunas de las fuentes de generación y otro con la totalidad de los residuos por jornada de recolección que llegaron a la planta de compostaje.

La caracterización en la fuente se hizo en las plazas de mercado de los barrios Bolívar, La Esmeralda, Alfonso López, Las Palmas, Bello Horizonte y el Mercado Móvil. La caracterización en la llegada a la planta de compostaje correspondió a los residuos provenientes de las galerías de los barrios Bolívar, La Esmeralda, Alfonso López, el mercado Móvil, Centro Comercial Campanario, Comando de Policía, trapiches paneleros y el matadero Municipal. A continuación, se explica la metodología empleada para cada tipo de caracterización realizada.

- a) **Caracterización en las plazas de mercado:** Fueron necesarias 2 etapas:

**Etapas**

- Se hizo la identificación de generadores mediante visitas de reconocimiento a las instalaciones y las actividades comerciales para determinar la población de estudio.

- Se elaboró el formato de encuesta que se presenta en el Anexo B, considerando los siguientes componentes:
  - Datos personales del encuestado
  - Información del local y actividad
  - Estimación de residuos orgánicos producidos
  - Observaciones

#### Etapa 2

- Aplicación de la encuesta
- Estimación de la producción de residuos: Se hizo utilizando una caneca plástica de base circular de diámetro 0,3 m, recta y con una altura uniforme de 0,5 m, se recorrió cada local y se midió la altura aproximada de residuos contenidos en la caneca. Se tomaron registros diarios durante una semana en el formato de encuesta que se aplicó.
- Al obtener la altura de los residuos, se calculó el volumen utilizando la fórmula del cilindro:  $V = \pi r^2 h$ , donde: h = altura de la caneca (m), r = radio de la caneca (m), y se procesó la información de las encuestas creando una base de datos con las herramientas del programa Excel.
- Procesamiento de la información obtenida: La información generada comprende la producción diaria y semanal por local y por cada galería, y del total en estudio; producción mínima y máxima de residuos por local, por galería y total. Se realizó un análisis estadístico básico, determinando la media, desviación estándar, y el coeficiente de variación.

#### **b) La caracterización de residuos recolectados en la Planta de Compostaje**

Esta caracterización se hizo en tres etapas que se explican a continuación:

#### Etapa 1

- Se llevó a cabo la socialización del proyecto en cada uno de los sitios generadores.
- Se establecieron acuerdos con los lugares de mercado para efectuar la separación en la fuente y pactar estrategias de recolección y transporte hacia la planta, contando con el apoyo de SERVIASEO.

#### Etapa 2

- Se realizó capacitación personalizada a los vendedores en cada local de las galerías, y al personal administrativo y encargados del aseo de la plazoleta de comidas del Centro Comercial Campanario, sobre el tema del manejo y separación de residuos en la fuente y se hizo el registro de asistentes en el formato de capacitación, que se muestra en el Anexo C.
- Recolección y transporte: Una vez definida la ruta y horario de recolección, se asignó al personal encargado (operarios y pasantes) de realizarla. De esta actividad se llevó registro constante en el formato de rutas de recolección en galerías que se encuentra en el Anexo D.
- Recepción de residuos: Los residuos provenientes de los sitios generadores, se recibieron en la planta de compostaje una vez que fueron pesados en la báscula con que cuenta el Relleno Sanitario “El Ojito”. Los horarios de entrada y la cantidad de residuos se registraron en el formato denominado registros de entrada que se puede observar en el Anexo E.

#### Etapa 3

- La cuantificación de los residuos que llegaron a la planta de compostaje se hizo de la



siguiente manera:

- a) Los residuos provenientes de las plazas de mercado del barrios Bolívar, La Esmeralda, Alfonso López, el mercado Móvil y Centro Comercial Campanario, que llegaban en un solo vehículo, se obtuvo el dato de la cantidad total (toneladas) recolectada durante la jornada, adquirido de la diferencia por peso con el vehículo a la entrada del relleno sanitario, se separó el material en inorgánico y orgánico y se pesaron utilizando una balanza mecánica de brazo con capacidad para 500 kg, con división de escala de 200 g y se calculó el porcentaje de cada tipo de residuos con la siguientes expresiones:

$$\% \text{ de materia orgánica} = \frac{\text{Peso de la materia orgánica (ton)}}{\text{Peso total de los residuos sólidos (ton)}} \times 100$$

$$\% \text{ de materia inorgánica} = 100 - \% \text{ materia orgánica}$$

Se calculó la densidad mediante la relación entre el peso y el volumen que ocuparon los residuos en una caneca de forma cilíndrica y cuyo volumen conocido es de 100 litros, el cual, una vez lleno se dejó caer tres veces desde una altura aproximada de 10 cm para uniformizar la muestra, se pesó en la misma balanza y se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de los RS (Kg) muestra} - \text{Peso recipiente vacío (Kg)}}{\text{Volumen que ocupan los RS en el recipiente (m}^3\text{)}}$$

- b) La cuantificación de los residuos entrantes a la planta y provenientes del Comando de Policía, trapiches paneleros y el matadero Municipal, debido a que llegaban en forma independiente, se registraron los pesos tomados en la balanza del Relleno Sanitario, por diferencia respecto al peso del carro recolector a la entrada y a la salida, en los formatos de registro de entrada mencionado anteriormente. Se calcularon las cantidades mensuales promedio y totales durante el determinado periodo, de contenido ruminal, estiércol de caballo y bagazo de caña.

#### ▪ **Diseño del plan de aprovechamiento**

El diseño del plan se hizo con base en los resultados y su respectivo análisis y los lineamientos recomendados en el Reglamento de agua y saneamiento básico RAS 2000, título F y utilizando las técnicas modernas de planeación consultadas en la bibliografía de referencia. Entre los principales lineamientos que se tuvieron en cuenta se tiene: costos razonables, continuidad en el proceso, tecnologías existentes y probadas, la calidad del producto final, además su posterior uso. Se plantean 5 programas con sus respectivas fichas de seguimiento, control e identificación del personal responsable.

#### ▪ **Actividades del plan de aprovechamiento implementadas**

Del plan de aprovechamiento propuesto, se optó por implementar 2 actividades en el mes de diciembre para las cuales se hizo un reporte, soportado con registro fotográfico, estas actividades fueron las siguientes: Codificación de los diferentes ítems del inventario organizado dando de baja todo material no servible y verificación de la compra de los insumos necesarios para que la planta funcione y se lleve a cabo el proceso de compostaje (seleccionado o priorizado).

## 4 DIAGNOSTICO DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

### 4.1 GENERALIDADES DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE MUNICIPAL

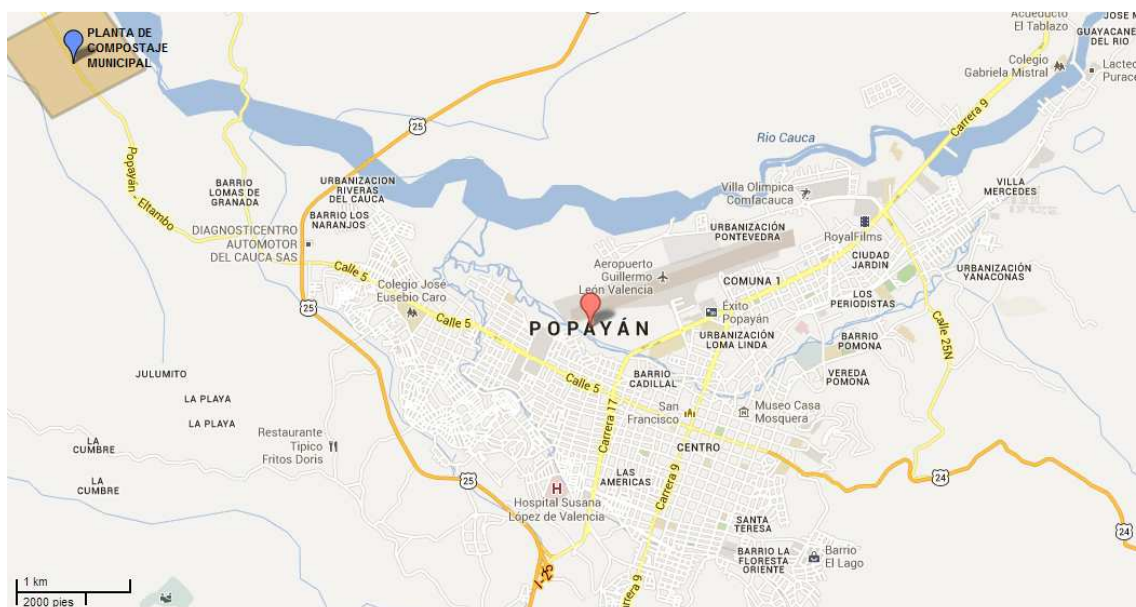
El 14 de septiembre del año 2001, con el Convenio Interinstitucional celebrado entre el Municipio de Popayán y el Comité Departamental de Cafeteros del Cauca N° 004, se formalizó el proyecto denominado “Construcción de la planta procesadora de residuos sólidos orgánicos provenientes de las cinco galerías del perímetro urbano de la ciudad de Popayán - Cauca”, como una alternativa de solución a la problemática ambiental de los residuos orgánicos, el proyecto tuvo acogida por las administraciones venideras asignándole más responsabilidades, convirtiéndolo en la actual “Planta de Compostaje y Vivero del Municipio de Popayán”.

Actualmente la planta está administrada por la UMATA, quienes para apoyar los diferentes proyectos en el sector rural del Municipio, promueven el uso de abono orgánico producto de compostaje de residuos sólidos. La UMATA, dentro de los Planes de Acción trazados para el cumplimiento del Plan de Desarrollo y su ejecución presupuestal, cuenta con proyectos agropecuarios y ambientales entre los cuales se incluyó para su desarrollo en 2012 el de “Mejoramiento del proceso de compostaje por medio del vivero ecológico y la educación ambiental en el Municipio de Popayán”.

### UBICACIÓN

En la Figura 1, se observa la ubicación de “La Planta de Compostaje y Vivero” la cual se encuentra al occidente de la ciudad de Popayán en una zona semi-rural, vía al Municipio del Tambo, aproximadamente a 3 Km del límite urbano y a 300 m del Relleno Sanitario “El Ojito”, limitada por

Figura 1. Ubicación espacial de la Planta de Compostaje Municipal



Fuente: (Google Maps, 2012)

el barrio Lomas de Granada, el corregimiento Julumito, y la Vereda Cajete, posee un área total de 1 hectárea.

## 4.2 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En la información previa aportada por la UMATA, no se halló documentos, planos y ningún tipo de descripción referente a la infraestructura existente de la planta de compostaje, por lo cual, se describió el lugar en las siguientes 4 zonas, que se representan en un plano en el Anexo F:

### 4.2.1 Casa principal

La casa de una sola planta, construida en bahareque cuenta con 5 habitaciones y una cocina dispuestas como almacenamiento de herramientas e insumos. El lugar presentaba un evidente abandono, donde la humedad había deteriorado las paredes, el techo, el piso y las instalaciones eléctricas (Figura 2).

La casa se encontró con ventanas cerradas, por tanto, con muy poca luminosidad impidiendo la visibilidad de los materiales al interior, los cuales a su vez, se hallaron con una distribución inadecuada (Figura 3).

Figura 2. Casa principal



Figura 3. Casa desde el interior



Fuente: Presente estudio

En el frente izquierdo de la casa, se encuentra una enramada que cubre un biodigestor, estructura que se construyó con el fin de producir biogás a partir de los residuos del rumen provenientes de la planta de sacrificio de ganado de Popayán, adjunto se encuentran dos tanques de almacenamiento de 2000 litros cada uno (Figura 4), dicha instalación no se incluyó para el desarrollo del proyecto, puesto que presentó problemas con la comunidad por la emanación de malos olores cuando fue utilizado por los encargados anteriores, y por lo tanto se encuentra deshabilitado.

Figura 4. Zona del biodigestor



Fuente: Presente estudio

#### 4.2.2 Planta de compostaje

Esta zona está ubicada en un nivel más bajo que la casa que sirve de bodega y al lado derecho de ésta. La planta se encontró distribuida en 4 partes: 1) una área de recibo para que el vehículo transportador disponga la materia prima del compostaje, con una área de 16 m<sup>2</sup> (Figura 5); 2) una caseta con techado en zinc y estructura metálica para la selección de residuos la cual alberga una tolva, banda transportadora en la cual se hace selección manual de aquellos residuos que no harán parte del proceso y seguido de un molino de trituración (Figura 6).

Figura 5. Área de recepción de Residuos



Figura 6. Caseta para selección de residuos



Fuente: Presente estudio

Posteriormente se encontró, 3) una caseta más amplia de 63 m de largo x 13 m de ancho para un área de 819 m<sup>2</sup> adecuada para un método de compostaje abierto en pilas aireadas por el método de volteo y dividida en columnas de acero, como se observa en la Figura 7 y finalmente, 4) una caseta para secado con piso en concreto con 12,5 m de ancho x 31 m de largo para un área de 387,5 m<sup>2</sup>, techado en zinc con una ampliación que no se encuentra cubierta (Figura 8).



En el lugar se encontraron pilas que fueron conformadas en el desarrollo del proyecto anterior en el año 2011 cuya información de las mismas estaba adjunta en un formato desgastado por el ambiente unido a una estaca de madera montado sobre estas.

Figura 7. Caseta para conformación de pilas



Figura 8. Caseta vacía



Fuente: Presente estudio

#### 4.2.3 Lombricultura

Esta zona está ubicada en la parte posterior de la casa 24 m x 9 m, la cual consta de una caseta con piso irregular techado en tejas de asbesto cemento, estructura con columnas de acero y cimientos en concreto, en la que se encontró sobre un costado, 6 camas de lombricomposteo cubiertas con polisombra negra, elaboradas en guadua y tablas de madera, con posición inclinada para que un canal dispuesto a un lado, recoja el lixiviado generado (Figura 9) y adyacente, 2 tanques de almacenamiento de agua potable, esta caseta es utilizada también para guardar algunos insumos. A sus alrededores la caseta estaba cubierta con polisombra negra, un área extensa donde fue evidente la incorrecta distribución del espacio (Figura 10).

Figura 9. Camas de lombricomposteo



Figura 10. Caseta de Lombricultura



Fuente: Presente estudio

#### 4.2.4 Vivero

En el lugar se tiene un vivero ubicado detrás de la casa para la propagación de material vegetal en 13 eras y 3 germinadores, el cual presentaba un evidente abandono, Figura 11 y 12.

Figura 11. Propagación en eras



Figura 12. Propagación en germinadores



Fuente: Presente estudio

### 4.3 INVENTARIO

El conteo de los elementos hallados en el lugar se hizo utilizando el inventario elaborado por la anterior administración y con una organización simultánea (Figura 13), de esta manera, se obtuvo una nueva compilación que registra cantidades, marca, color y demás detalles para contar con información puntualizada, esta se divide en tres partes para una mejor clasificación, como se explica a continuación:

#### 4.3.1 Maquinaria y equipos

Se consideró como maquinaria y equipos a aquellos necesarios para llevar a cabo el compostaje encontrados en la planta, los cuales se relacionan en el Anexo G. Los procesos establecidos más relevantes son los siguientes:

- Tolva de recepción para banda seleccionadora: al momento de llegar los residuos sólidos aprovechables al lugar de recibo, este dispositivo en forma de cono invertido de paredes inclinadas, ancho por la parte superior y estrecho y abierto por la inferior, es utilizado para arrojar la carga para que de manera uniforme pase a la banda seleccionadora.
- Banda seleccionadora con motor eléctrico de 2 hp: facilita la transportación y la selección por parte de los operarios de los residuos sólidos inorgánicos y/o aquellos que pueden desfavorecer el proceso de compostaje.
- Molino triturador con motor eléctrico: Provenientes de la banda seleccionadora, en este punto el triturador permite picar diferentes tipos de residuos a razón de 1 ton/h.

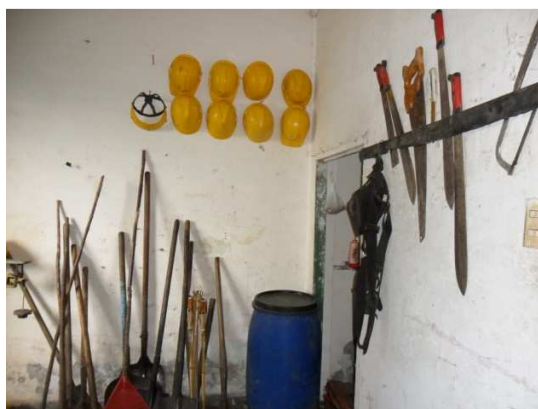
### 4.3.2 Herramientas y materiales

Se refiere a aquellos utensilios resistentes, útiles para realizar trabajos mecánicos y materia prima para reparaciones, en la planta se encontraron en mal estado muchas herramientas, debido al uso excesivo o por la oxidación de los materiales. Se pudo observar la falta de implementos de seguridad necesarios en el proceso de compostaje y lombricultura para los trabajadores. En el Anexo H se detallan las herramientas y materiales encontrados.

### 4.3.3 Insumos

Los insumos representan los productos agrícolas para el proceso de compostaje y el vivero. En el lugar se localizaron algunos con signos de uso y con cumplimiento de su fecha límite de utilización, estos insumos son nombrados en su totalidad en el Anexo I.

Figura 13. Inventario de herramientas



Fuente: Presente estudio

El abandono de las instalaciones se debe a los cambios en administración y procesos de contratación que abarcó los primeros meses del 2012 para dar inicio a los distintos proyectos bajo dirección de la UMATA, el lugar se halló con servicios básicos: agua proveniente del acueducto veredal de Cajete y energía eléctrica suministrada por la Compañía Energética de Occidente (CEO). La maquinaria hallada en el lugar, en general, se encontró en buen estado y funcionando correctamente, requiriendo básicamente actividades de mantenimiento, limpieza, delimitación y señalización de caminos de las diferentes zonas.

Al realizar el inventario, se pudo constatar la necesidad de reorganización de los elementos del lugar, mediante la ubicación adecuada, es decir, almacenamiento de similares en cuanto a su utilización en cada proceso efectuado en la planta de compostaje y prescindiendo de aquellos que se consideran inservibles, así mismo, de la sistematización de la información, puesto que, la escasa información referente se registra en papel impidiendo de una manera más precisa corroborar las entradas y salidas de los ítem señalados en el inventario.

## **5 ASPECTOS RELACIONADOS CON RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LOS SITIOS SELECCIONADOS**

A continuación, se describen los sitios seleccionados como fuentes potenciales de residuos sólidos orgánicos (plazas de mercado, instituciones y agroindustrias) y lo observado durante visitas en lo concerniente a las metodologías de recolección, almacenamiento y transporte de las basuras al interior de los lugares y su disposición final, e involucrando al principal encargado del servicio de aseo en el Municipio, SERVIASEO.

### **5.1 EMPRESA ENCARGADA DEL SERVICIO DE ASEO**

El 1 de abril de 2011, la empresa SERVIASEO POPAYÁN S.A. E.S.P, inicio operaciones, para la prestación del servicio público de aseo, seleccionada como socio estratégico del Municipio de Popayán mediante licitación pública No. 67 de 2010, el Consorcio Interventoría Aseo Eficiente fue seleccionado por el Municipio de Popayán mediante concurso de meritos abierto No. 122 de 2011 para realizar la interventoría a la empresa SERVIASEO POPAYÁN S.A. E.S.P, iniciando actividades el primero 1 de diciembre de 2011. (BOLAÑOS HOYOS, 2011)

Las actividades a cargo de SERVIASEO son: recolección y transporte, ruta selectiva o reciclaje, disposición de unidades de almacenamiento temporal de residuos en plazas de mercado, barrido y limpieza de áreas públicas, mantenimiento de zonas verdes y es la directa responsable de la disposición final de los desechos municipales en el relleno sanitario “El Ojito”, administrado por la misma empresa.

### **5.2 PRINCIPALES FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Se considera a las plazas de mercado o también llamadas galerías como las grandes generadoras de residuos sólidos orgánicos susceptibles de aprovechamiento en el Municipio de Popayán, además que han sido punto de partida para el desarrollo de anteriores proyectos en la planta de compostaje. En el municipio hay 5 galerías, las cuales se involucraron en su totalidad en este estudio, y adicional a estas se añadió el denominado Mercado Móvil.

De otro lado, en busca de nuevas alternativas para incrementar el volumen de desechos tratados en la planta procesadora, se implicó otros generadores, como lo son instituciones y agroindustrias, en la Tabla 1, se da una breve descripción de cada sitio y el tipo de residuo, en la Figura 14 se presenta su ubicación.

Tabla 1. Principales fuentes generadoras de residuos sólidos

<b>GENERADOR</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIPO DE RESIDUO</b>
Plazas de mercado o galerías	Barrio Bolívar	Su infraestructura física se encuentra situada en el sector nor-oriental de la Ciudad, comuna 3 comprendida entre el río Molino por el oriente, el parque Mosquera por el sur, el barrio Belalcázar por el occidente y por el norte con el Hospital Universitario San José. Entre carreras 5ª y 6ª entre calles 6ª y 7ª.	Restos productos perecederos, vegetales/ orgánicos

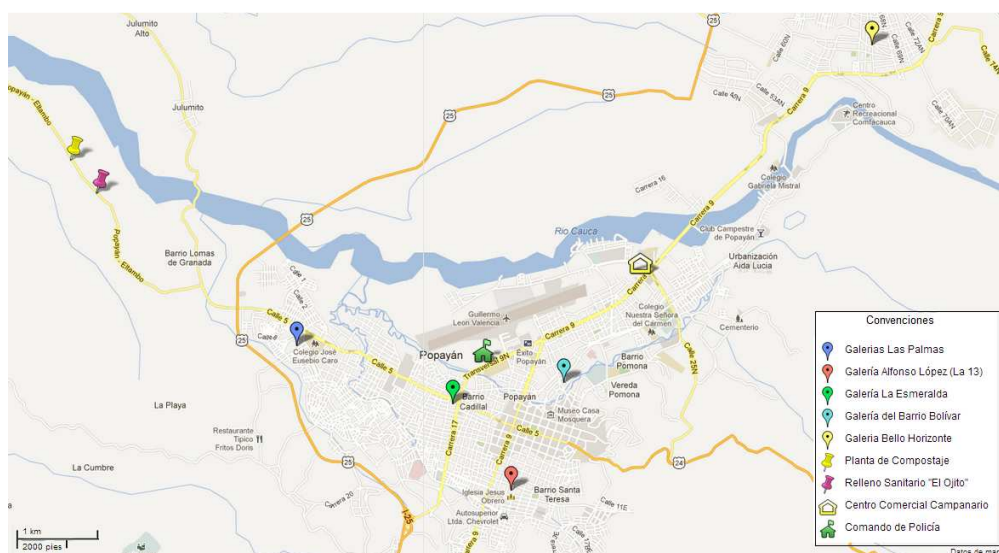


Tabla 1. (Continuación)

GENERADOR		DESCRIPCIÓN	TIPO DE RESIDUO
Plazas de mercado o galerías	La Esmeralda	Sector sur-occidental de la Ciudad, comuna 8. La plaza de mercado del barrio La Esmeralda se ubica entre la Calle 5ª, Calle 5 B, Carrera 17 y Carrera 18.	Restos productos perecederos, vegetales/ orgánicos
	Alfonso López (La 13)	Sector sur, comuna 7, se ubica entre la calle 13, calle 12 y entre carreras 3ª y 9ª.	
	Las Palmas	Sector sur occidental, comuna 7. Ubicada en el sector comprendido entre las calle 9 y 12, carrera 37 y 37ª	
	Bello horizonte	Sector norte comuna 2, ubicada entre carrera 12 y 13, calle 66 N y 67 N.	
Plazas de mercado o galerías	Mercado Móvil	<u>Miércoles:</u> Parque de la Salud, frente al Estadio Ciro López. <u>Jueves:</u> Barrio La Paz <u>Viernes:</u> Barrio Yambitará, parque comprendido entre las carrera 5ª y 6ª y calles 32 N y 35 N <u>Sábado:</u> Barrio Lomas de Granada	Restos productos perecederos, vegetales/ orgánicos
Instituciones	Centro Comercial Campanario	Sector norte comuna 3, situado en la carrera 9 con 24 AN	Restos productos perecederos, vegetales/ orgánicos
	Comando de Policía	Ubicado sobre la Avenida Panamericana 1 N - 75	Estiércol de caballo (Equinaza)
Agroindustrias	Moliendas paneleras	Las moliendas paneleras están concentradas en la zona rural del municipio, se identificaron dos, la primera en la vereda San Antonio y la otra en la vereda Santa Rosa.	Bagazo de caña
	Matadero Municipal	Ubicado en el sector sur occidental, Comuna 5.	Contenido ruminal

Fuente: Elaboración propia, 2012

Figura 14. Ubicación de las principales fuentes generadoras de RSO en el Municipio de Popayán



Fuente: (Google Maps, 2012)

## 5.2.1 Plazas de mercado

### 5.2.1.1 Barrio Bolívar

La plaza de mercado del Barrio Bolívar, cuenta actualmente con el servicio de 4 operarios de la empresa SERVIASEO, quienes a diario cumplen con la labor de recolección puesto a puesto y barrido de las basuras con el uso de carretillas adaptadas (Figura 15). Al final de la tarde, los operarios acumulan las basuras en una góndola dispuesta por la empresa de aseo, en un lote vacío que se encuentra entre el Depósito José Puyas y la bodega El Nevado, donde arrojan toda clase de desechos contribuyendo a la proliferación de malos olores y presencia de gallinazos, una inadecuada disposición en la galería, además que en lugar se halla la presencia de indigentes quienes se alojan entre los desechos y a su vez, generan inseguridad en la zona. Posteriormente, en la noche la ruta establecida con el carro recolector de la misma empresa recoge la carga de residuos para ser transportados al destino final, el relleno sanitario.

La calle principal en la que se desarrollan las actividades comerciales en la plaza de mercado, se encuentra invadida por vendedores (Figura 16), lo cual provoca problemas de movilidad para automotores y peatones por la gran acumulación de basura que estos dejan en el espacio público.

Figura 15. Carretillas de recolección



Figura 16. Vía en la galería del Barrio Bolívar



Fuente: Presente estudio

### 5.2.1.2 Barrio La Esmeralda

La recolección de las basuras en esta galería está a cargo de 2 operarios de la empresa SERVIASEO, quienes en dos jornadas (medio día y tarde) recorren el interior del lugar con carretillas cada uno, recolectando toda la basura generada en los locales y puntos donde es arrojada (Figura 17).

Una vez rebosadas las carretillas se dirigen a un carro compactador de basura que está estacionado en la carrera 18 con calle 5 esquina (Figura 18), durante todo el día, puesto que en esta plaza no hay zona adecuada para el almacenamiento temporal de las basuras. Al caer la noche a las 6:00 pm el vehículo es conducido hacia el relleno sanitario para descargue y a las 6:00 am retorna a su lugar de parqueo.

Figura 17. Carretillas de recolección



Figura 18. Lugar de parqueo de carro recolector



Fuente: Presente estudio

### 5.2.1.3 Barrio Alfonso López (La 13)

En la galería del barrio Alfonso López se hace recolección diaria puesto a puesto con carretillas y al final del día se hace un barrido al interior y exterior del sitio, llevando los desechos al lugar de almacenamiento. En esta plaza de mercado es la única donde hay un cuarto para el almacenamiento temporal de basuras (Figura 19), su entrada es de libre acceso tanto para generadores como para recicladores e indigentes, el lugar requiere de un control constante para que no se convierta en un sitio de proliferación de roedores e insectos. Al interior del cuarto está ubicado un contenedor propiedad de SERVIASEO, con capacidad de 13 m<sup>3</sup>, que es suficiente para almacenar los residuos generados en la plaza, sin embargo, durante la visita se observó que los RS son arrojados por fuera de la misma (Figura 20).

Figura 19. Cuarto de almacenamiento temporal



Figura 20. Caja estacionaria



Fuente: Presente estudio

### 5.2.1.4 Mercado Móvil

El mercado móvil se caracteriza porque se sitúa en diferentes zonas durante la semana, el miércoles en el parque de la Salud, frente al estadio Ciro López (Figura 21), el jueves en el barrio La Paz, el



viernes en el parque del barrio Yambitará (Figura 22) y el sábado en el barrio Lomas de Granada. En estos espacios, se alojan en promedio 30 comerciantes desde las 7 de la mañana, quienes después de culminar sus actividades a mitad de la tarde dejan los desechos en el lugar, donde se paga por parte de los mismos a un particular para el respectivo aseo, quien es el responsable de dejar en un sitio adecuado los residuos para la recolección por parte de la ruta del servicio de aseo.

Figura 21. Mercado en el Parque de la Salud



Figura 22. Mercado Parque Barrio Yambitará



Fuente: Presente estudio

En síntesis, la situación que prevalece en las plazas de mercado, es la de reflejar la poca intervención de la administración municipal hasta el momento, en cumplimiento a lo que establece el decreto 1713 de 2002 en el artículo 19, puesto que no cuentan con adecuaciones para el almacenamiento que tengan con un control adecuado y características necesarias, como higiene y disponibilidad de espacio para separación de los residuos, lo cual hace que se dificulte el rescate posterior de material reciclable. La empresa del servicio de aseo SERVIASEO, es la principal involucrada en lo referente al transporte de los residuos de las plazas de mercado y el mercado móvil al sitio de disposición final, cuyos residuos requieren para su aprovechamiento promover prácticas de separación en la fuente.

## 5.2.2 Instituciones

### 5.2.2.1 Centro Comercial Campanario

Los vendedores de cada local de la plazoleta de comidas del Centro Comercial Campanario acumulan sus residuos en una caneca situada al interior de los mismos y durante el día los encargados del aseo hacen la respectiva limpieza. El almacenamiento de residuos se realiza en un cuarto cerrado, con iluminación y ventilación suficiente, el cual cuenta con contenedores plásticos apropiados para el almacenamiento de los residuos, en la Figura 23 y 24 se exhiben las condiciones actuales del cuarto.

El transporte al relleno sanitario de los residuos generados en el centro comercial está bajo responsabilidad de la empresa de aseo SERVIASEO.

Figura 23. Cuarto de almacenamiento de residuos



Figura 24. Canecas para la disposición temporal de residuos



Fuente: Presente estudio

### 5.2.2.2 Comando de Policía

El residuo de interés para la producción de abono es el excremento de equino (equinaza), producido por 32 ejemplares ubicados en las caballerizas del lugar (Figura 25), donde se hace barrido constante y los desechos son dispuestos al aire libre a pocos metros de los establos, acumulándose grandes volúmenes que se dejan descomponer en el lugar (Figura 26).

Figura 25. Caballerizas del Comando de Policía

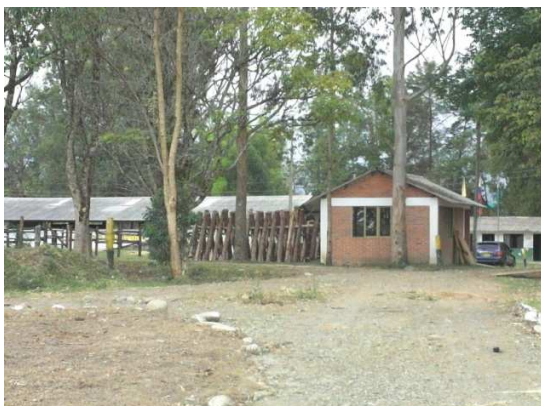


Figura 26. Disposición de excremento equino



Fuente: Presente estudio

### 5.2.3 Agroindustrias

#### 5.2.3.1 Moliendas Paneleras

En las moliendas o también llamadas trapiches paneleros de las veredas San Antonio (Figura 27) y Santa Rosa, el bagazo resultante de la compresión de caña es acumulado y puesto a secamiento para ser utilizado como combustible para el funcionamiento de los trapiches. Este residuo, se acumula en los alrededores del lugar para estar disponibles a su utilización (Figura 28).

Figura 27. Molienda Vereda San Antonio



Figura 28. Acumulación del bagazo de caña



Fuente: Presente estudio

### 5.2.3.2 *Matadero Municipal*

La planta de sacrificio animal dentro de los subproductos resultantes de las actividades propias genera el contenido ruminal (en fase líquida-sólida), desecho que tenía como sitio de disposición final el “Relleno Sanitario el Ojito”; pero a raíz del Decreto 838 de 2005 “por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones”, establece en el artículo 10 que la persona prestadora del servicio de aseo, debe garantizar el cumplimiento de condiciones en cuanto a la fase disposición final como la prohibición de ingreso de residuos líquidos y lodos contaminados. En virtud de lo anterior, SERVIASEO, solicitó a la Sociedad de Ganaderos del Cauca (SAG) administradora del matadero, que el residuo ruminal que se lleva al relleno sanitario cumpla con un grado de deshidratación aproximado del 90%.

Por lo anterior, se hizo necesaria la adquisición de un equipo de deshidratación del rumen por parte del matadero (Figura 29), que cumple con el grado de desecamiento para ser aceptable en el sitio de disposición final de estos residuos. El sistema está adaptado a la tolva actual de recepción del contenido del rumen (Figura 30), cuya ubicación es contigua al pozo de bombeo de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Figura 29. Equipo de deshidratación del contenido ruminal



Figura 30. Tolva receptora del residuo del rumen



Fuente: Presente estudio



## 6 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

### 6.1 CARACTERIZACIÓN EN LAS PLAZAS DE MERCADO

El informe sobre el proceso de caracterización de RSO en las plazas de mercado, contiene la identificación de los generadores, los resultados de la encuesta realizada a los propietarios de locales y la estimación de los residuos, a continuación se presentan los resultados de cada etapa.

#### 6.1.1 Identificación de generadores

Las plazas de mercado están destinadas para la prestación de un servicio al público, son equipamientos que vinculan la actividad comercial y el abastecimiento para la ciudad, para contar con una muestra representativa de lo que se deseaba estudiar, se tuvo en cuenta aquellos comerciantes distribuidores de productos básicos, principalmente de origen agropecuario de consumo doméstico, que satisfacen las necesidades de la comunidad en general, puesto que sus residuos incluyen los restos de alimentos que provienen de las actividades de acondicionamiento y venta, es decir, los excedentes del producto antes de la transformación y consumo. Estos residuos, se componen en gran porcentaje de materia orgánica, aunque debido a la falta de capacitación en el tema de la separación en la fuente dentro de estas centrales de abastos, estos residuos son contaminados con otros como materiales plásticos, vidrio, entre otros.

#### 6.1.2 Resultados de la encuesta

La encuesta fue una herramienta útil para conocer de manera exploratoria la disponibilidad a participar en la separación de residuos, esta permitió acercarse a los principales actores que hacen parte de la generación continua de los mismos y conocer de cerca su actitud y expectativas ante la nueva propuesta.

La encuesta se realizó a 587 vendedores distribuidos entre las galerías del barrio Bolívar, La Esmeralda, Alfonso López, Las Palmas, Bello Horizonte y el Mercado Móvil. En la Tabla 2, se puede observar el número de encuestas aplicadas en cada lugar.

Tabla 2. Número de encuestas realizadas en cada galería

Plaza de Mercado	Número de Encuestas
Barrio Bolívar	218
Barrio La Esmeralda	140
Barrio Alfonso López (La 13)	87
Barrio Las Palmas	64
Barrio Bello Horizonte	40
Mercado Móvil	38
<b>Total</b>	<b>587</b>

Durante la realización del estudio, un gran número de personas no respondieron la encuesta debido a su posición ante las condiciones comerciales y normativas en las que se desarrolla el sector, alegando el uso indiscriminado de la información que han entregado en encuestas anteriores, con las que se ha desprestigiado el lugar, de otro lado, algunos argumentaban estar ocupados o simplemente no mostraron interés.

A continuación, se recoge información fundamental para cada componente en los que se encontraba dividida la encuesta y de quienes accedieron a responder las preguntas.

### 6.1.2.1 Datos personales del encuestado

Algunos comerciantes se mostraron reacios a responder por la petición de datos personales, negándose a dar número de identificación, teléfono y firma, esto debido a que las plazas de mercado son lugares de continua evaluación por cuestiones educativas, sociales, ambientales y políticas, por lo cual, desconfían del uso de su información para otros fines, tales como robos o en un caso específico por el conflicto que manejan actualmente las galerías de reubicación. Por otra parte, hubo quienes sin inconveniente alguno aportaron lo requerido al tener claro el tema de la encuesta.

### 6.1.2.2 Información del local y actividad

#### 6.1.2.2.1 Área del local

En la Tabla 3, se muestra el promedio del área por local obtenido en cada galería y los valores máximos y mínimos, se puede observar que estos valores tiene gran diferencia entre sí, porque en las plazas de mercado no se presenta una distribución igualitaria de locales, esto es debido a que sus edificaciones tiene muchos años de haber sido construidas y el número de comerciantes actual excede su capacidad, generándose adecuaciones a los alrededores con espacios cuya área depende de los productos a vender.

Tabla 3. Promedio, máximo y mínimo del área de los locales en cada galería en m<sup>2</sup>

Plaza de Mercado	Área prom (m <sup>2</sup> )	Máximo (m <sup>2</sup> )	Mínimo (m <sup>2</sup> )
Barrio Bolívar	7,2	63	1,0
Barrio La Esmeralda	6,9	24	1,5
Barrio Alfonso López (La 13)	4,4	20	1,0
Barrio Las Palmas	5,0	9,0	3,8
Barrio Bello Horizonte	15,0	48	1,3
Mercado Móvil	3,3	4,0	1,0
<b>Total general</b>	6,8	63	1,0

Para efectuar una adecuada separación en la fuente se debe reconocer la disponibilidad del espacio para el almacenamiento del volumen de desechos, sin que perjudique las actividades cotidianas de los vendedores, por lo cual, el área de los locales es un dato útil para considerar el volumen de los recipientes para tal fin. Teniendo en cuenta lo anterior, el área mínima encontrada en los locales de las galerías es de 1,0 m<sup>2</sup>, con lo que es evidente que el lugar no es adecuado para canecas de gran volumen, además que, otro factor importante que influye es la cantidad generada de residuos.

#### 6.1.2.2.2 Productos comercializados

Se identificaron las principales actividades comerciales de las galerías, por esto, se enfocó específicamente en las zonas de alimentos, pues se consideró que ellos definen, en gran parte, el volumen generado de residuos sólidos orgánicos. En las encuestas, la clasificación se hizo por tipo de producto alimenticio, así: frutas, verduras y hortalizas, hierbas y plantas, tubérculos, cárnicos, pollo, pescado, otros y locales que funcionan como restaurantes. En la Tabla 4 se presentan los

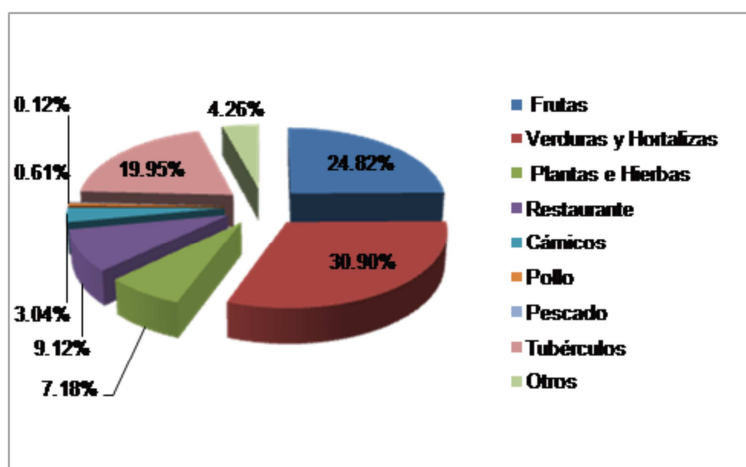


resultados obtenidos para cada galería y en la Figura 31, se presenta el porcentaje de locales que venden determinado producto a nivel de todas las galerías.

Tabla 4. Número de locales que comercializan cada producto

Plaza de Mercado	Frutas	Verduras - hortalizas	Plantas-hierbas	Restaurantes	Cárnicos	Pollo	Pescado	Tubérculos	Otros
Barrio Bolívar	58	93	18	40	14	-	-	37	13
Barrio La Esmeralda	37	55	9	26	7	3	1	27	11
Barrio Alfonso López	31	32	9	-	-	-	-	44	3
Barrio Las Palmas	38	33	12	7	1	1	-	28	2
Bello Horizonte	26	27	5	2	3	1	-	9	6
M. Móvil	14	14	6	-	-	-	-	19	-
<b>Total general</b>	204	254	59	75	25	5	1	164	35

Figura 31. Porcentaje de productos de comercialización en las galerías



Se puede ver que los principales productos comercializados en los lugares son: verduras, frutas, hortalizas y tubérculos, de los cuales resultan cantidades considerables de residuos orgánicos aptos para el proceso de aprovechamiento en compostaje y lombricompostaje.

Considerando los productos que más se comercializan en cada galería se tiene: En la galería del barrio Bolívar se destacan las verduras y hortalizas, seguido de frutas y de los restaurantes que se encuentran al interior de las instalaciones. En la galería Alfonso López predominan los vendedores de tubérculos seguido de verduras y hortalizas, en este lugar no se llevó a cabo encuestas en las sección interna del lugar, puesto que, no son generadores potenciales de RSO. En la galería de La Esmeralda su mayor porcentaje se concentra en verduras, hortalizas y frutas, al igual que en las

galerías de Bello Horizonte y Las Palmas, en mercado móviles se destacan ventas de frutas y tubérculos.

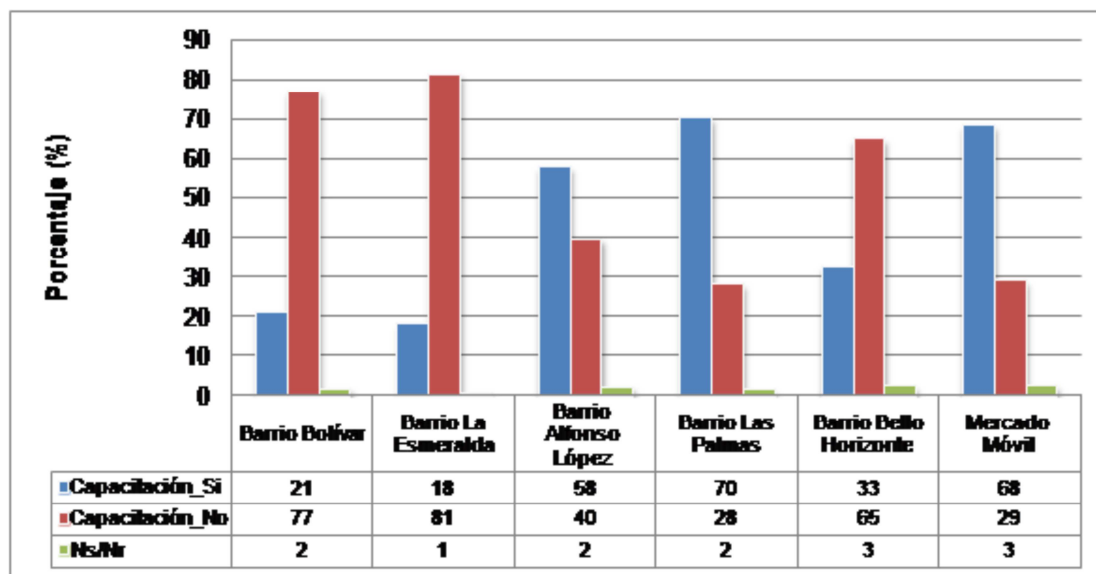
### 6.1.2.2.3 Conocimiento o capacitación sobre el tema de separación de RS

Para tener noción sobre el conocimiento de los comerciantes de las galerías se formuló la pregunta: ¿Ha recibido capacitaciones y/o conoce sobre el tema de separación de RS?. En la Tabla 5, se observa el número de personas que respondieron a este interrogante y la Figura 32 representa las cantidades de personas en valores porcentuales.

Tabla 5. Número personas que han sido capacitadas y/o conocen del tema

Plaza de Mercado	Si	No	Ns/Nr
Barrio Bolívar	46	168	4
Barrio La Esmeralda	25	113	1
Barrio Alfonso López	51	35	2
Barrio Las Palmas	45	18	1
Barrio Bello Horizonte	13	26	1
Mercado Móvil	26	11	1
<b>Total general</b>	<b>206</b>	<b>371</b>	<b>10</b>

Figura 32. Porcentaje de número personas que han sido capacitadas y/o conocen del tema

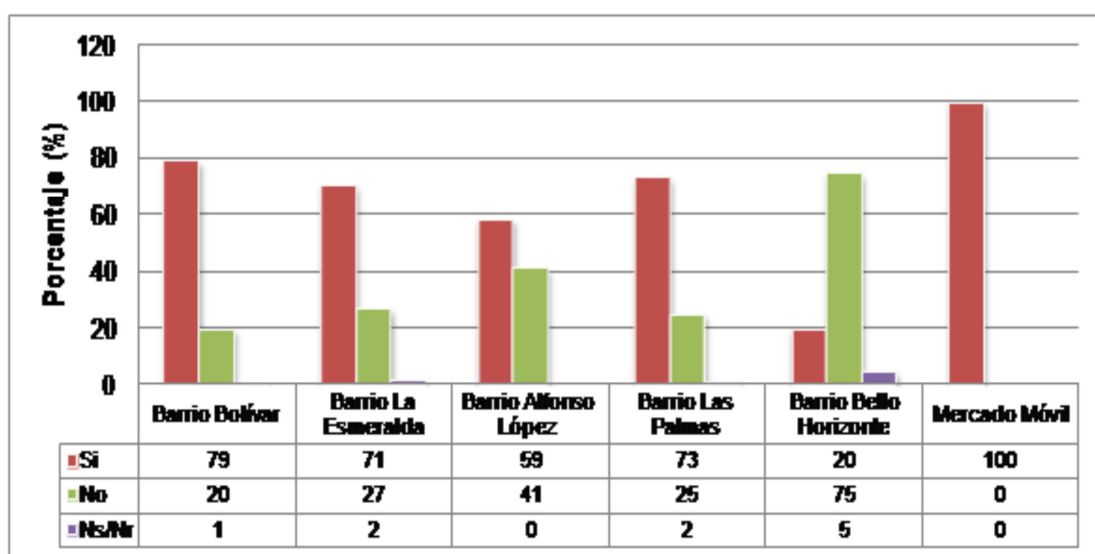


Un número significativo de personas (371), que corresponde al 63 % dijeron no haber recibido algún tipo de preparación o expresaron no tener conocimiento sobre el tema, predominando con cifras significativas los vendedores encuestados en la galerías del Barrio Bolívar, La Esmeralda y Bello Horizonte quienes a nivel general dijeron no tener conocimiento de lo que es y para qué sirve la separación de residuos sólidos orgánicos, lo cual llama la atención porque según informes de la UMATA, en varias ocasiones se han realizado campañas de información y capacitación.

#### 6.1.2.2.4 Compromiso para participar en la separación de RS desde la fuente

Para recopilar información acerca de disponibilidad por parte de los comerciantes se formuló la pregunta: ¿Está dispuesto a participar en una estrategia de separación de residuos sólidos? Con opción de respuesta sí, no y el ¿por qué? en caso de que su respuesta hubiese sido negativa. En la Figura 33 33, se muestra los valores expresados en porcentaje del número de personas que respondieron a dicha pregunta, donde se evidencia que la mayoría sobrepasa el 50% de personas con disponibilidad a realizar la segregación, con excepción de la plaza de mercado del barrio Bello Horizonte.

Figura 33. Porcentaje del número personas dispuestas a separar residuos orgánicos



Como se puede observar en la gráfica, un alto porcentaje mostraron interés en colaborar para contribuir en beneficio del lugar de trabajo por una mejor presentación, así como, a la conservación del ambiente, otros por su parte se opusieron justificando su respuesta dando razones comunes entre sí, como las siguientes:

- Se participó en el mismo proyecto en el año 2011 y sin previo aviso se abandonó la actividad por parte de los que manejaban el mismo, de esta manera los vendedores de las galerías seguían separando sus desechos y no se los recogían, lo que ocasionó acumulación de los mismos y desmotivación en la comunidad.
- Negación a hacerlo pues consideran que gastan tiempo importante que interrumpe sus actividades.
- El volumen de residuos generados en su local tiene poco contenido de material orgánico o es únicamente plástico, sobrante de los empaques de los productos.
- Algunos residuos orgánicos son recolectados como alimento para sus animales o vendidos a particulares con el mismo fin.

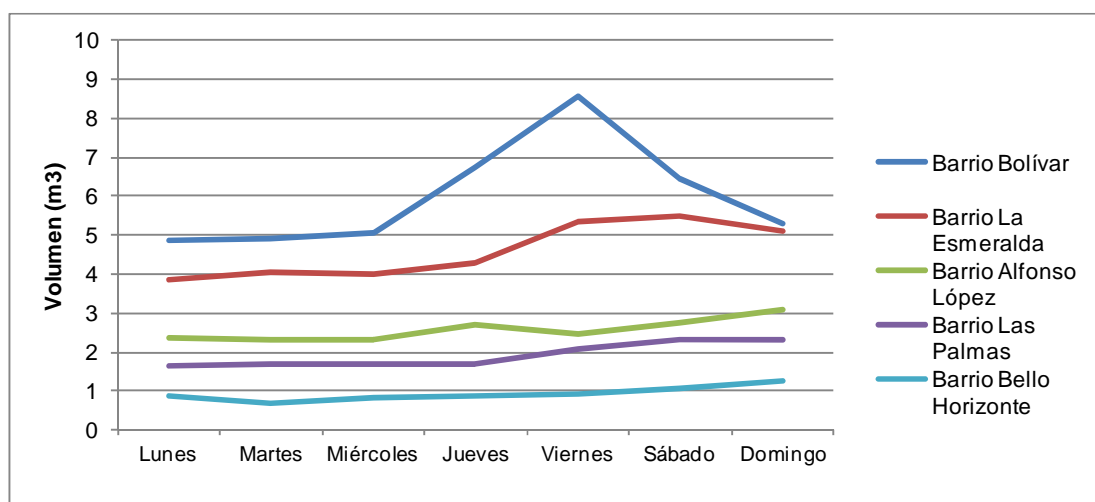
### 6.1.2.3 Estimación de residuos sólidos orgánicos generados por cada galería

Para un mejor entendimiento de la información resultante se reúne en las tablas los datos generales de todas las galerías. Los valores de producción en volumen total que se computaron por día en cada plaza de mercado se resumen en la Tabla 6 y en la Figura 34.

Tabla 6. Producción de residuos sólidos diarios en cada galería en m<sup>3</sup>

Plaza de Mercado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total general
Barrio Bolívar	4,840	4,910	5,064	6,724	8,575	6,445	5,305	41,863
Barrio La Esmeralda	3,863	4,029	4,004	4,307	5,364	5,479	5,126	32,171
Barrio Alfonso López	2,340	2,304	2,322	2,683	2,460	2,746	3,103	17,958
Barrio Las Palmas	1,637	1,679	1,708	1,683	2,082	2,294	2,316	13,400
Barrio Bello Horizonte	0,869	0,656	0,820	0,862	0,940	1,045	1,270	6,462
<b>Total general</b>	<b>13,550</b>	<b>13,578</b>	<b>13,918</b>	<b>16,259</b>	<b>19,422</b>	<b>18,009</b>	<b>17,119</b>	<b>111,854</b>

Figura 34. Consolidado del volumen (m<sup>3</sup>) de residuos generado por cada galería



El volumen total general por día es un dato útil para determinar el tipo de vehículo en el caso de llevar a cabo una recolección por todas las galerías del Municipio, la capacidad de los vehículos depende del volumen que se produce en la fuente, estableciéndose una frecuencia de recolección diaria (ALEGRE, 2005). Los resultados muestran que la mayor producción ocurre el día viernes con 19,422 m<sup>3</sup>, lo que supondría la necesidad de un carro recolector con capacidad aproximada de 20 m<sup>3</sup>. Actualmente, SERVIASEO maneja vehículos compactadores con capacidad de 14 yd<sup>3</sup> (10,704 m<sup>3</sup>), 16 yd<sup>3</sup> (12,233 m<sup>3</sup>), 17 yd<sup>3</sup> (12,997 m<sup>3</sup>) y 25 yd<sup>3</sup> (19,114 m<sup>3</sup>) (SERPU S.A ESP, 2011).

De igual manera se puede observar que los días del fin de semana son los que generan mayor cantidad de residuos sólidos, esto es cierto, puesto que el fin de semana el incremento de comerciantes y visitantes es considerable; para la galería Barrio Bolívar fue representativo el día viernes, para las demás se resalta el domingo con muy poca variación con respecto a los demás días de la semana. Las galerías que producen mayor cantidad de residuos son las del barrio Bolívar y la Esmeralda.

El mercado móvil, no se incluyó en este punto del estudio porque las mediciones se realizaron únicamente en 3 lugares que se ubicaron en diferentes días y no en el total de días de la semana.

En la Tabla 7, se muestran los valores de algunas medidas estadísticas de tendencia central y de dispersión del conjunto de datos de generación diaria de residuos de las 5 galerías.

Tabla 7. Medidas de tendencia central y variabilidad entre los datos

<b>Plaza de Mercado</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
Media (m <sup>3</sup> )	2,710	2,716	2,784	3,252	3,884	3,602	3,424
Desviación Estándar (m <sup>3</sup> )	1,624	1,734	1,726	2,327	3,088	2,269	1,761
Coefficiente De Variación (%)	59,9	63,8	62,0	71,6	79,5	63,0	51,4

La media representa la tasa de generación promedio de las galerías por día, la desviación estándar y el coeficiente de variación representa la dispersión entre los datos, el conjunto presenta un esparcimiento considerable con respecto a la media los días jueves a sábado, esto se debe a que son días de mayor movimiento en los lugares, donde los vendedores recargan sus locales con más productos a comercializar y por tanto incrementan sus residuos, a su vez, que esto se relaciona con aquellos que conservan el volumen durante toda la semana.

Por otra parte, el almacenamiento apropiado de los residuos tiene una influencia positiva en el manejo de los mismos, por el contrario, el almacenamiento inadecuado tiene varios efectos negativos sobre el servicio de recolección, debido principalmente a lo siguiente: uso de recipientes de capacidad inadecuada (muy grandes o muy pequeños), material de construcción de los recipientes inadecuado o no se separan los componentes (residuos orgánicos e inorgánicos).

Lo anterior propicia que aumente el tiempo de recolección, se provoquen lesiones al personal del servicio de recolección y se afecte la salud de la población al proliferar fauna nociva como insectos y roedores (SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL, 1996).

Atendiendo a lo anterior, en la Tabla 8, se indican los promedios de generación de residuos diario por puesto de trabajo en las plazas de mercado, estos valores se presentan en litros (L) con el fin de considerar el tipo de recipiente o contenedor para llevar a cabo una adecuada segregación en la fuente y teniendo en cuenta los máximos (Tabla 9) y mínimos (Tabla 10) de generación.

Tabla 8. Promedio de generación de residuos sólidos diarios por local en cada galería (L)

<b>Plaza de Mercado</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Promedio día</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>
Barrio Bolívar	32,1	32,7	32,5	37,2	43,1	42,4	39,0	37,2	296,9	0,7
Barrio La Esmeralda	33,0	33,9	34,2	36,2	43,6	44,9	42,7	38,4	212,1	3,5
Barrio Alfonso López	28,2	27,8	28,0	32,3	29,6	33,1	37,4	30,9	70,7	7,1
Barrio Las Palmas	25,6	26,2	26,7	26,3	32,5	35,9	36,2	29,9	70,7	10,6
Barrio Bello Horizonte	23,5	18,2	22,8	24,0	26,1	28,2	34,3	25,3	141,4	0,1
<b>Promedio general</b>	<b>30,0</b>	<b>30,0</b>	<b>30,5</b>	<b>33,7</b>	<b>38,5</b>	<b>39,3</b>	<b>38,9</b>	<b>34,5</b>	<b>296,9</b>	<b>0,1</b>

Tabla 9. Valores máximos de volumen diarios en cada galería (L)

<b>Plaza de Mercado</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Total General</b>
Barrio Bolívar	99,0	166,1	166,1	183,8	296,9	229,7	229,7	296,9
Barrio La Esmeralda	101,8	123,7	123,7	212,1	212,1	212,1	212,1	212,1
Barrio Alfonso López	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7
Barrio Las Palmas	42,4	49,5	56,5	42,4	70,7	70,7	70,7	70,7
Barrio Bello Horizonte	70,7	70,7	70,7	70,7	70,7	73,5	141,4	141,4

Tabla 10. Valores mínimos de volumen de residuos diario en cada galería (L)

<b>Plaza de Mercado</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Total General</b>
Barrio Bolívar	7,1	7,1	10,6	10,6	0,7	10,6	7,1	0,7
Barrio La Esmeralda	6,4	6,4	6,4	3,5	6,4	6,4	6,4	3,5
Barrio Alfonso López	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Barrio Las Palmas	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
Barrio Bello Horizonte	7,1	0,1	3,5	3,5	3,5	0,1	0,1	0,1

Se puede inferir que, en promedio el volumen se encuentra en un intervalos de 18,2 L/ local-día y 44,9 L/ local-día con un volumen general de 34,5 L/local-día, el valor máximo es de 296,9 L, que con la verificación en la base de datos se determinó que se trata de un vendedor de frutas y verduras de la plaza del barrio Bolívar, de igual forma, se hallaron valores mínimos de volumen debido al tipo de producto ofertado.

Respecto al tipo de recipientes que utilizan para el almacenamiento temporal de los residuos, se identificó que en cada local a nivel general, se utilizan cuñetes de pintura reutilizados, costales de fique, recipientes plásticos, bolsas plásticas y algunos aún conservan los recipientes entregados por la UMATA en el proyecto de 2011.

El uso de recipientes de gran capacidad, ocasionan problemas debido al gran peso propio del recipiente y una vez llenos son muy difíciles de manejar para su descarga, por lo que son una fuente potencial de lesiones para el personal del servicio de recolección. Otro tipo de recipientes, como las cajas de cartón y las bolsas de papel, resultan problemáticos debido a las características de los desechos orgánicos, lo que origina que estos recipientes se humedezcan y se desbaraten con el manejo.

De preferencia, los residuos sólidos orgánicos se deben transportar en pequeños contenedores de plástico, de 40 L a 60 L y con tapas herméticas (ALEGRE, 2005), de acuerdo con esto y los resultados obtenidos, en caso de hacer entrega de canecas a vendedores de las plazas de mercado, se recomienda que tengan un volumen 60 L.

En la Tabla 11, se encuentra el cálculo de una de las medidas de estadística descriptiva: la desviación estándar del volumen (L) de residuos diario para cada galería, donde el objetivo de calcular este valor estadístico, es conocer que tanto se dispersan o desvían los datos en relación a su media. Para los volúmenes calculados de los vendedores de las plazas de mercado, se aprecia una alta dispersión entre ellos, lo cual, es esperado, debido a que los centros de abastos tienen escasas características entre sí determinadas por distintas variables como la cantidad de sus productos, el

tipo de producto, las ventas, la cultura propia de la persona y que el estudio realizado no excluyó a ninguna de las personas encuestadas.

Tabla 11. Desviación estándar de la generación diaria de residuos por galería (L)

Plaza de Mercado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total General
Barrio Bolívar	17,67	20,54	20,37	29,79	35,82	33,30	30,66	28,36
Barrio La Esmeralda	19,01	19,75	20,61	27,83	32,13	32,17	31,35	27,14
Barrio Alfonso López	13,40	13,27	14,21	17,75	14,76	16,13	19,01	15,90
Barrio Las Palmas	8,47	8,88	9,36	9,10	15,51	18,75	18,67	14,05
Barrio Bello Horizonte	13,49	15,89	12,91	12,33	12,85	23,13	30,91	18,98
<b>Total general</b>	16,27	18,01	17,99	24,84	29,57	28,42	27,54	24,24

La mayor variabilidad se refleja para la plaza del Barrio Bolívar, donde a medida que avanzó la semana las desviaciones estándar se fueron acercando más al valor de la media, para las demás se evidencia la misma tendencia pero con valores inferiores.

Lo mencionado anteriormente, se puede ver de una manera más clara mediante el coeficiente de variación, puesto que este valor estadístico determina la variación relativa de la información. Dichos valores se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Coeficiente de variación de la generación diaria de residuos por galería

Plaza de Mercado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total General
Barrio Bolívar	55,1	62,8	62,7	80,2	83,1	78,5	78,6	76,2
Barrio La Esmeralda	57,6	58,3	60,2	76,9	73,7	71,6	73,4	70,6
Barrio Alfonso López	47,5	47,8	50,8	54,9	49,8	48,7	50,8	51,5
Barrio Las Palmas	33,1	33,8	35,1	34,6	47,7	52,3	51,6	47,0
Barrio Bello Horizonte	57,4	87,2	56,7	51,5	49,2	81,9	90,1	74,9
<b>Total general</b>	54,3	60,0	59,0	73,8	76,9	72,3	70,8	70,3

A nivel general la mayoría de los datos se encuentran en un intervalo de 30% al 60% para todas las galerías, las alteraciones más sobresalientes se evidencian el fin de semana para las plazas de mercado del Barrio Bolívar, La Esmeralda y Bello Horizonte, las demás muestran uniformidad a lo largo de la semana.

En el tema de residuos sólidos es de esperarse una alta variabilidad en la estimación de residuos y aún más en los mercados, porque los volúmenes de producción pueden depender desde la actividad comercial, calidad del producto hasta factores como el clima que es un recurso natural que afecta a la producción agraria, su influencia en un cultivo determinado depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción, es decir, en muchos locales no manejan una cantidad estándar de lo que comercializan pues muchos de ellos dependen de las actividades agropecuarias, las cuales se ven afectadas por factores climáticos dependiendo de la zona en que los adquieran.

#### 6.1.2.4 Observaciones generales de la encuesta

Finalmente, en la encuesta se tenía un espacio para registrar observaciones y/o recomendaciones tanto del encuestado como del encuestador, en pro de establecer lineamientos base para el buen desarrollo del proyecto, dentro de las que cabe recalcar:

- La recolección debe hacerse a diario, puesto que en los proyectos pasados las basuras que se depositaban en las canecas permanecían allí por varios días, afectando la presentación de lugar y la salud pública.
- En el año 2011 se hizo entrega de canecas de las cuales se pudo constatar su escasez y que algunas están en mal estado, los encuestados expresaron que los recipientes han sido robados o usados por los mismos vendedores con otros fines, debido a que para algunos vendedores resultó dificultoso el manejo del recipiente, tanto por su volumen como por no contar con espacio suficiente su local para albergarlo, obligándolos a dejarlo en otros lugares o por fuera del mismo.

## 6.2 CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS RECOLECTADOS EN LA PLANTA DE COMPOSTAJE

### 6.2.1 Acuerdos

Con la información antecedente se establecieron acuerdos entre la UMATA, SERVIASEO y administradores de los establecimientos involucrados, para efectuar la separación en la fuente, estrategias de recolección y transporte, dichos acuerdos fueron los siguientes:

#### 6.2.1.1 Plazas de mercado

Se acordó implementar el programa denominado por la UMATA, “RECICLANDO ANDO EN MI GALERÍA” con el fin de capacitar, incentivar y comunicar la clasificación y recolección de residuos dentro de las galerías del Municipio, además de hacer entrega de material adecuado para depositar los residuos separados (costales y canecas).

En cada local de quienes se comprometieron a ayudar en la separación se demarcó con un volante informativo para resaltar su participación (Figura 35), en el cual, se escribió el nombre del propietario.

Figura 35. Vista delantera del volante informativo



Fuente: UMATA, 2012



En la parte posterior, indicaba una breve descripción de los residuos que se separan con un clasificación sencilla en orgánicos e inorgánicos (Figura 36).

Figura 36. Vista posterior del volante informativo



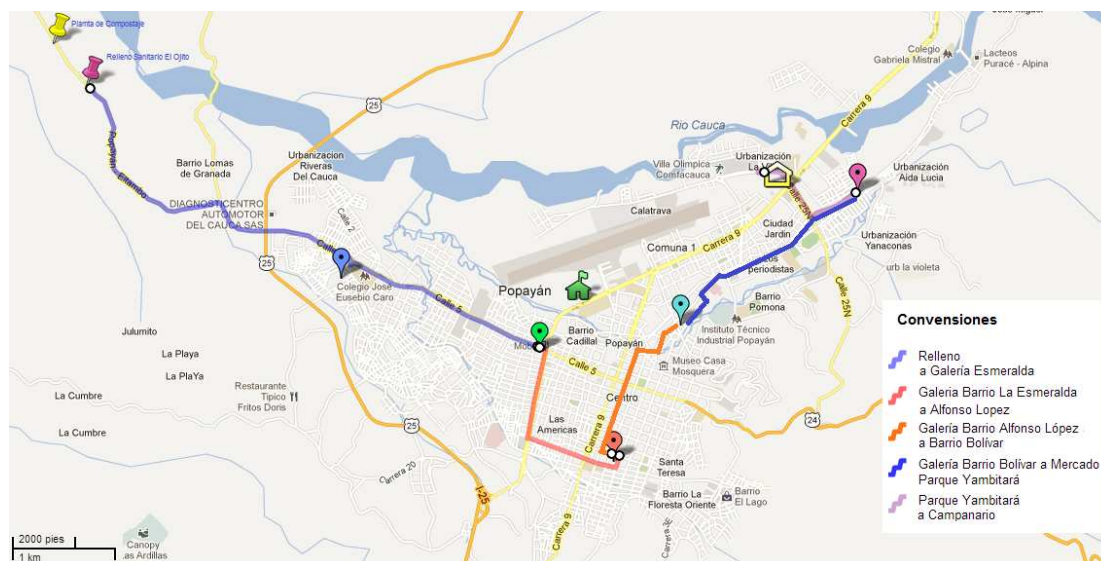
Fuente: UMATA, 2012

### 6.2.1.2 SERVIASEO

Se definió un horario, de acuerdo con los días de mayor generación de residuos en las galerías y disponibilidad de la empresa SERVIASEO para hacer la respectiva recolección, poniendo a disposición un carro compactador, mano de obra que opera en cada lugar de mercado y prestando apoyo logístico. Se escogió el día viernes de 10:00 am a 1:00 pm, como etapa experimental piloto.

La ruta definida se muestra en la Figura 37, estuvo limitada por las condiciones de SERVIASEO, en cuanto al tiempo y prestación del vehículo, no abarcó la totalidad de las galerías descartándose la del Barrio Las Palmas y Bello Horizonte, por un lado por la dificultad de operarios y pasantes para desplazarse hacia estos puntos y por otro, porque en estas plazas de mercado hubo menos cercanía con la comunidad vendedora quienes estuvieron más esquivos en respuesta a la encuesta.

Figura 37. Ruta de recolección establecida



Fuente: (Google Maps, 2012)

Se diseñó la ruta partiendo de que el carro recolector sale del Relleno Sanitario El Ojito, iniciando la recolección en la galería del Barrio la Esmeralda, continuando el recorrido a la plaza del Barrio Alfonso López, Barrio Bolívar, Mercado móvil (ubicado el día viernes en el parque de Yambitará) y al Centro Comercial Campanario. En este punto, el vehículo retornaba al relleno para el registro del peso de residuos y finalmente, se dirigía a la planta a hacer el respectivo descargue en la zona de recibo.

#### **6.2.1.3 Centro Comercial Campanario**

Se acordó implementar el programa “RECICLANDO ANDO EN CAMPANARIO”, a través de la introducción de una ruta especial de residuos orgánicos todos los días, a partir de 3 de la tarde, el lanzamiento del programa se efectuó en el mes de agosto de 2012 y contempló los 15 locales de la plazoleta de comidas. Se concertó dos días para hacer la recolección de los residuos clasificados en bolsas verdes suministradas por la administración del lugar, lunes y viernes, con el transporte a cargo de la UMATA.

#### **6.2.1.4 Comando de Policía**

El Comando acordó seleccionar un sitio adecuado para disponer el estiércol de caballo dentro de las instalaciones, para ser recolectado cada quince días, responsabilizándose del transporte la UMATA, así como la adecuación de un plástico para recubrimiento y conservación del residuo.

#### **6.2.1.5 Moliendas paneleras**

Se acordó recolectar una tonelada de bagazo de caña, los jueves cada 15 días, con transporte a cargo de la UMATA, mediante el préstamo de una volqueta perteneciente a la Secretaría de Infraestructura del Municipio.

#### **6.2.1.6 Matadero Municipal**

La Sociedad de Ganaderos del Cauca (SAG), acordó separar el rumen con un 10% de humedad y transportarlo a la Planta de Compostaje mediante el uso de una grúa que tiene a su disposición.

### **6.2.2 Capacitación**

Una vez, ejecutadas las encuestas se pudo concluir que un gran porcentaje de personas de las plazas de mercado, no tiene conocimiento previo sobre lo que significa residuos sólidos y los beneficios de su separación, de esta manera, se vió la necesidad de reforzar el conocimiento en la comunidad mediante la selección de la mejor estrategia de capacitación considerada en el momento, teniendo en cuenta que en las encuestas expresaron la poca disponibilidad de tiempo en cuanto al tema se refiere.

Según la información suministrada por la UMATA con respecto a lo ya trabajado en las galerías, en proyectos anteriores se empleaba la dinámica de capacitación grupal citando a los mercaderes en un salón a una determinada hora, no toda la población vendedora asistía porque dejar su lugar de trabajo representa pérdidas para su negocio y con su sola asistencia no se asegura un completo entendimiento del tema. Con lo anterior, se decidió llegar a las personas de una manera directa, puesto a puesto (Figura 38), facilitando la respuesta directa a sus inquietudes y cubriendo gran porcentaje de la población vendedora.

Figura 38. Capacitaciones puesto a puesto en las plazas de mercado



Fuente: Presente estudio

La actividad se llevó a cabo en 5 sitios generadores, para dar inicio con la respectiva ruta trazada según las condiciones de SERVIASEO. En la Tabla 13, se muestra los lugares y el número de personas capacitadas.

Tabla 13. Número de personas capacitadas

Plaza de Mercado	Personas Capacitadas
Barrio Bolívar	120
Barrio La Esmeralda	149
Barrio Alfonso López	112
Mercado móvil	24
Centro Comercial Campanario	15
<b>Total general</b>	<b>420</b>

### 6.2.3 Recolección y transporte en galerías

Se asignó a cada lugar de mercado un operario contratado por la UMATA y dos pasantes, quienes tenían la responsabilidad de hacer entrega del material, para depositar los residuos separados el jueves o el viernes a primera hora previo a la recolección, a aquellos que demarcaron el local con el volante informativo, se les hizo entrega de un costal de polipropileno, el cual se recogía en cada local minutos antes de la llegada del vehículo, se lograba recuperar la mayoría durante la jornada y no la totalidad, los cuales una vez vaciados en la planta se lavaban para ser reutilizados, la utilización de este tipo de material fue satisfactoria, resaltando como única falencia ser inadecuados para aquellos residuos con exceso de humedad, los cuales se pueden suplir con recipientes.

En este punto, se descartaron locales cuyo producto de comercialización no aportan residuos viables para el proceso de compostaje o son de muy poco volumen como aquellos de pescado, pollo y los restaurantes, pues, mediante la cuantificación de los residuos se observó que contenían muchos alimentos procesados no viables (huesos y restos de carnes, entre otros) y algunos de únicamente frutas cuyo volumen de basuras es mínimo. De esta manera, los costales una vez llenos se recogían y disponían a las afueras, en una zona próxima al parqueo del vehículo, debido a no haber cuarto de almacenamientos aptos para ingresarlos (Figura 39). A la llegada del carro recolector se vaciaban

los costales en el mismo con la ayuda de operarios de SERVIASEO (Figura 40), continuando el trayecto hasta culminar en la planta de compostaje.

Figura 39. Lugar de parqueo Barrio Bolívar



Figura 40. Vaciado costales en carro recolector



Fuente: Presente estudio

En la Tabla 14, se muestra el tiempo promedio y lugar de permanencia del vehículo recolector en cada punto de la ruta que se efectuó los días viernes, durante 20 semanas.

Tabla 14. Tiempo promedio y lugar de permanencia del vehículo

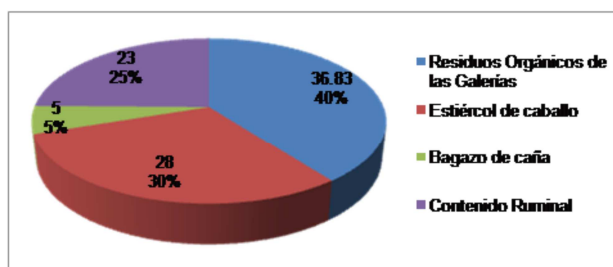
Lugar	Tiempo promedio de recolección (min)	Dirección de Parqueo
Barrio Bolívar	00:31	Cra 5 entre Cll 9 N y 10 N
Barrio La Esmeralda	00:24	Cll 5 entre Cra 17 y 18
Barrio Alfonso López	00:18	Cll 12 entre Cra 6 y 7
Mercado móvil	00:11	Cra 6 entre Cll 32 N y 34 N
Centro Comercial Campanario	00:09	Entrada por la Cra 5

El tiempo de permanencia del vehículo en cada lugar fluctuó ente 10 y 30 minutos y el trayecto de un lugar a otro osciló entre 5 y 7 minutos, para un total de 2 a 3 horas de duración de la ruta.

#### 6.2.4 Recepción de residuos en la planta de compostaje

Durante el periodo de agosto a diciembre se registró la entrada de 99 toneladas de RSO a la planta de compostaje, en la Figura 41 se puede observar la proporción entrante de cada residuo.

Figura 41. Cantidades en toneladas de residuos entrantes a la planta de compostaje





Las fechas y cantidades entrantes de residuos provenientes de las galerías, del Comando de Policía, de los trapiches paneleros y el matadero, se muestran en el Anexo J. Los días que se registraron pocas cantidades (0.15 a 0.25 toneladas) corresponden a la recolección de los residuos producidos el fin de semana en el Centro Comercial Campanario que para su procesamiento se adjuntaba con los de las galerías. Con respecto al registro del estiércol que ingresó a la planta de compostaje, se considera son pocos recorridos pero con cantidades considerables.

Por otra parte, para la recolección de bagazo de caña (Figura 42 y 43), se tuvo limitaciones en la disponibilidad del vehículo transportador, debido a que los principales productores del bagazo de caña se concentran en las afueras de la ciudad, en zona rural donde la mayoría de las vías están sin pavimentar, por tanto la frecuencia no fue mayor sin embargo, se logró hacer una recolección mensual, con cantidades suficientes, teniendo en cuenta que el bagazo es un material poroso de baja densidad.

Figura 42. Recolección de bagazo de caña



Figura 43. Transporte para el bagazo de caña



Fuente: Presente estudio

En la Figura 44 y 45 se puede ver el medio de transporte empleado para trasladar el residuo ruminal semi-deshidratado proveniente del matadero y su posterior descargue en la planta de compostaje.

Figura 44. Grúa empleada para transporte de residuo ruminal



Figura 45. Descargue de residuo ruminal en la planta



Fuente: Presente estudio

Como se puede observar en la Figura 45, el descargue no se hace en un lugar adecuado para tal fin, ocasionando dificultad para los trabajadores quienes tienen que recogerlo para llevarlo a la caseta de compostaje para la formación de las pilas.

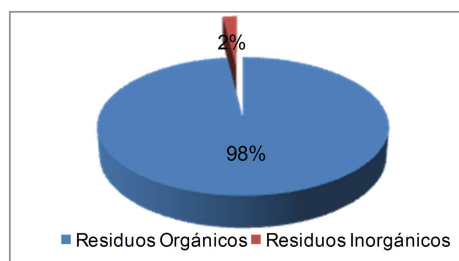
#### 6.2.4.1 Composición de residuos provenientes de plazas de mercado

Los pesos registrados del material inorgánico apartado del total en la banda transportadora se encuentran en el Anexo K. En la Tabla 15, se resume el total de residuos provenientes de la ruta semanal en las galerías que ingresaron a la planta de compostaje, además, se observa el valor promedio recolectado semanal y mensual. En la Figura 46, se muestra la composición porcentual.

Tabla 15. Cantidad total de residuos sólidos recolectados

Residuos Sólidos	Total (ton)	Promedio (ton)	
		Semanal	Mensual
Orgánicos	36,123	1,806	7,225
Inorgánicos	0,707	0,035	0,141
<b>Total entrantes</b>	<b>36,830</b>		

Figura 46. Composición porcentual del total de residuos de galerías



Como se puede ver, el 98,08% corresponde a RSO recuperados, en este punto, este indicador refleja que las capacitaciones tuvieron impacto positivo en la comunidad vendedora.

#### 6.2.4.2 Cuantificación de los residuos entrantes a la planta

En la Tabla 16 se presenta las cantidades de residuos de las galerías y los provenientes del Comando de Policía, trapiches paneleros y el Matadero Municipal, entrantes a la planta de compostaje.

Tabla 16. Cantidades totales entrantes a la planta de compostaje (toneladas)

Residuos	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Promedio mensual
Residuo galerías	10,0	7,9	4,5	8,2	6,3	36,8	7,4
Estiércol de Caballo	6,0	3,0	10,0	6,0	6,0	31,0	6,2
Bagazo de caña	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	1,0
Rumen	9,5	8,0	9,5	6,0	5,5	38,5	7,7
<b>Total</b>	<b>26,5</b>	<b>19,9</b>	<b>25,0</b>	<b>21,2</b>	<b>18,8</b>	<b>111,3</b>	

La variabilidad en las cantidades mes a mes se debe principalmente a la frecuencia de recolección empleada.

#### 6.2.4.3 Densidad

La densidad se determinó para el conjunto de los residuos provenientes de la recolección en las plazas de mercado, mercado móvil y Centro Comercial Campanario que fueron descargados en el lugar, realizando muestreo durante 10 días de recolección. En la Figura 47, se puede observar la

manera en que se depositaban los residuos al llegar a la planta, en el lugar de recepción, de donde se extraía las respectivas muestras para su pesaje, actividad que se ve en la Figura 48.

Figura 47. Depósito de RS al llegar a la planta



Figura 48. Pesaje de la muestra



Fuente: Presente estudio

En la Tabla 17 se presentan las fechas, pesos y resultados de la densidad obtenida para cada una de las muestras, obtenida de relacionar el volumen del recipiente 100 L ( $0,1 \text{ m}^3$ ), cuyo peso vacío fue de 4 Kg.

Tabla 17. Densidad de los residuos sólidos

Muestra	Fecha	Residuos más Recipiente [Kg]	Peso Residuos [Kg]	Densidad $\text{kg/m}^3$	Densidad $\text{ton/m}^3$
1	21/09/12	51,8	47,8	478,0	0,478
2	28/09/12	50,4	46,4	464,0	0,464
3	05/10/12	52,0	48,0	480,0	0,480
4	26/10/12	52,6	48,6	486,0	0,486
5	02/11/12	42,2	38,2	382,0	0,382
6	09/11/12	41,2	37,2	372,0	0,372
7	23/11/12	43,6	39,6	396,0	0,396
8	30/11/12	39,6	35,6	356,0	0,356
9	07/12/12	42,6	38,6	386,0	0,386
10	14/12/12	45,2	41,2	412,0	0,412
<b>Densidad Promedio</b>				421,2	0,421

La densidad promedio obtenida fue de  $421,2 \text{ Kg/m}^3$ , y dado que en la literatura se encuentra que para basura compactada en camiones compactadores la densidad es  $500 \text{ kg/m}^3$  y para basura suelta descargada en los rellenos es  $400 \text{ kg/m}^3$ . (SAKURAI, 2000), se puede inferir que el dato calculado tiene validez. Esto se debe a que la densidad se altera a medida que se avanzan las etapas de su manejo de los residuos, es decir, la cantidad, la composición y la densidad de la basura generada es diferente a la densidad de la basura llevada al sitio de disposición final, debido a la activa recuperación de materiales tales como papeles, cartones, trapos, botellas y metales, y a la compactación y esponjamiento.

### 6.2.5 Relación de la densidad con el volumen de residuos en las galerías

En la Tabla 18, se presenta los pesos de los residuos sólidos diarios generados por cada galería (toneladas) calculadas al relacionar la densidad obtenida de (0,421 ton/m<sup>3</sup>) con los volúmenes (m<sup>3</sup>) hallados de la caracterización en las galerías, es decir, con los datos de la Tabla 7. Además, se encuentra el promedio de generación por día de las 3 galerías en las que se efectuó de la recolección (Barrio Bolívar, La Esmeralda y Alfonso López).

Tabla 18. Generación de residuos sólidos diarios en cada galería en toneladas

Plaza de Mercado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total general
Barrio Bolívar	2,04	2,07	2,13	2,83	3,61	2,71	2,23	17,63
Barrio La Esmeralda	1,63	1,70	1,69	1,81	2,26	2,31	2,16	13,55
Barrio Alfonso López	0,99	0,97	0,98	1,13	1,04	1,16	1,31	7,56
Barrio Las Palmas	0,69	0,71	0,72	0,71	0,88	0,97	0,98	5,64
Barrio B. Horizonte	0,37	0,28	0,35	0,36	0,40	0,44	0,53	2,72
<b>Total general (ton)</b>	<b>5,71</b>	<b>5,72</b>	<b>5,86</b>	<b>6,85</b>	<b>8,18</b>	<b>7,59</b>	<b>7,21</b>	<b>47,11</b>
<b>Promedio Total</b>	<b>1,14</b>	<b>1,14</b>	<b>1,17</b>	<b>1,37</b>	<b>1,64</b>	<b>1,52</b>	<b>1,44</b>	<b>9,42</b>
<b>Promedio galerías de recolección</b>	<b>1,55</b>	<b>1,58</b>	<b>1,60</b>	<b>1,93</b>	<b>2,30</b>	<b>2,06</b>	<b>1,90</b>	<b>12,92</b>

En la tabla anterior, observando los promedios para las galerías de recolección se destaca mayor producción de residuos los días viernes con 2,3 toneladas, al comparar este dato con la cantidad promedio de la ruta efectuada los días viernes que fue de 1,8 toneladas (Tabla 15), se puede inferir que a pesar de no contar con la participación del total de la comunidad comerciante, los involucrados aportaron cantidades considerables.

A continuación, en la Tabla 19 se presenta el peso (Kg) promedio de residuos sólidos diarios por local en cada plaza de mercado.

Tabla 19. Generación promedio de residuos sólidos diarios por local en cada galería (Kg)

Plaza de Mercado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio día	Max	Min
Barrio Bolívar	16,4	13,5	13,8	13,7	15,6	18,2	17,9	15,7	125,0	0,30
Barrio La Esmeralda	18,0	13,9	14,3	14,4	15,2	18,4	18,9	16,2	89,3	1,49
Barrio Alfonso López	15,7	11,9	11,7	11,8	13,6	12,5	13,9	13,0	29,8	2,98
Barrio Las Palmas	15,2	10,8	11,1	11,2	11,1	13,7	15,1	12,6	29,8	4,47
Barrio Bello Horizonte	14,5	9,9	7,7	9,6	10,1	11,0	11,9	10,7	59,5	0,03
<b>Promedio general</b>	<b>16,4</b>	<b>12,6</b>	<b>12,7</b>	<b>12,9</b>	<b>14,2</b>	<b>16,2</b>	<b>16,6</b>	<b>14,5</b>	<b>125,0</b>	<b>0,03</b>

Como se había mencionado anteriormente, la variabilidad del volumen diario de generación entre un local y otro es grande a causa de los diferentes productos comercializados, pero así mismo varía su cantidad en peso (Kg). Conocer dicho valor es útil al momento de establecer cantidades probables de recolección por parte de los encargados, por lo cual es importante atender a lo dispuesto en la Resolución 2400 de 1979, artículo 392, que establece que la carga máxima que un trabajador puede levantar es de 25 kilogramos de carga compacta y para las mujeres, es de 12,5 kilogramos de carga compacta. Y que se debe conceder a los trabajadores dedicados constantemente



al levantamiento y transporte de cargas, intervalos de pausa o períodos libres de esfuerzo físico extraordinario (COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, 1976).

Teniendo en cuenta esto, en la Tabla 19 se puede observar que en general la media del peso diario generado por local en cada plaza de mercado se mantiene por debajo del valor máximo soportable por una persona, y lo cual sugiere que el trabajo sea empleado preferiblemente por hombres, con respecto a las cantidades máximas para todas se presentó datos que sobrepasan los 25 Kg, destacándose la plaza de mercado del barrio Bolívar para la que se registró en uno de los lugares estudiados un peso de 125 Kg, como éste, es posible que se generen cantidades similares dependiendo del mercado, por lo que se recomienda el apoyo de otra persona o la disponibilidad de tiempo para efectuar dos o más viajes de recolección al mismo lugar.

Las actividades de estudio previas permitieron establecer una metodología de prueba que reflejó las principales falencias y necesidades del proyecto, de esta manera, se observa la necesidad de llevar un control continuo de las diferentes actividades intervinientes para la producción de abono en la planta de compostaje, teniendo en cuenta que durante el trabajo se pudieron observar muchas limitaciones.

A continuación se realiza una explicación de las consideraciones que se tuvieron en cuenta para formular el plan de aprovechamiento de residuos sólidos, que se presenta en el siguiente capítulo.

Una intervención importante es el tiempo empleado en las plazas de mercado, por el hecho de ser generadoras de grandes volúmenes de residuos, razón por la cual, un plan de aprovechamiento debe incluir la selección correcta de alternativas y tecnologías para afrontar las necesidades de la administración de los residuos a tratar, en cuanto a la separación en la fuente, organización en el manejo de residuos producidos en las centrales de abastos, instituciones y agroindustrias involucradas, con recipientes adecuados y la debida forma de almacenamiento y transporte.

De igual manera se debe tener en cuenta como mantener control y continuidad de los procesos directamente en la planta de compostaje de forma organizada y atendiendo además las consideraciones ambientales, puesto que los abonos orgánicos producidos con los residuos de galerías, instituciones y agroindustrias involucradas, se venden de manera informal, por lo cual, no presentan valor agregado entre sí, por lo tanto se deben establecer parámetros que forman parte de los requisitos para ser comercializados con el registro de venta del ICA, para generar mayor confiabilidad entre los consumidores, puesto que les brindará mayor confianza sobre los componentes del producto.

A continuación se presenta el plan de aprovechamiento, con la descripción general para cada programa y en el Anexo L, el plan de acción respectivo como complemento en el que se enfatizan las actividades.

## 7 PLAN DE APROVECHAMIENTO

El plan de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos tiene la finalidad de que la UMATA a través del proyecto de reactivación de la Planta de Compostaje cuente con bases que permitan estabilidad en su desarrollo, debido a que por los constantes cambios en administración ha funcionado de forma intermitente, a su vez, que un buen desenvolvimiento del plan contribuye a que la cantidad de residuos dispuestos al botadero sean menores, asimismo, aporta al cumplimiento de lo dispuesto en el Plan de Gestión Integral de los Residuos Municipal.

A través de este plan se establecen 5 programas regidos bajo un contexto normativo, de viabilidad técnica y económica, en los que se establecen las actividades necesarias para llevar a feliz término el objetivo del plan, dichos programas son: adecuación de las instalaciones de trabajo, metodología de separación en la fuente, recolección y transporte de residuos, proceso de compostaje, proceso de lombricultura, con su respectivo seguimiento, control y responsables.

### 7.1 OBJETIVO

Optimizar el proceso de compostaje que viene adelantando la UMATA, mediante la implementación de estrategias encaminadas a una mejora continua en la obtención y control de la materia prima, para así garantizar la calidad del producto final obtenido, el abono orgánico.

### 7.2 MARCO NORMATIVO

#### 7.2.1 Normas jurídicas aplicables a los residuos sólidos

- **Ley 9 de 1979.** Contempla las disposiciones generales de orden sanitario para el manejo, disposición y transporte de los Residuos Sólidos.
- **Documento CONPES 2750 de 1994.** Políticas sobre manejo de residuos sólidos.
- **Resolución 1096 de 2000.** Por el cual se adopta el Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, Título F. Sistemas de aseo urbano.
- **Decreto 1713 de 2002.** Gestión Integral de Residuos Sólidos. Título I. Capítulo VII. Sistema de aprovechamiento de residuos sólidos.
- **Decreto 838 de 2005.** Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- **Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) Municipio de Popayán 2006 -2020.** Adoptado por El Municipio de conformidad con lo establecido en la Resolución 1045 de 2003 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

#### 7.2.2 Normas técnicas

- **Guía Técnica Colombiana GTC 24.** Gestión Ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente. Establece directrices para realizar la separación de residuos en las diferentes fuentes generadoras: doméstica, industrial, comercial, institucional y de servicios con el fin de facilitar su posterior aprovechamiento.
- **Guía Técnica Colombiana GTC 53-7.** Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligrosos.

- **Norma Técnica Colombiana NTC 40.** Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Etiquetado.
- **Norma Técnica Colombiana NTC 1927.** Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones, clasificación y fuentes de materias primas.
- **Norma Técnica Colombiana NTC 5167.** Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo.

### 7.2.3 Normas jurídicas aplicables al compostaje o lombricompostaje

- **Resolución 3079 del 19 de octubre de 1995.** Por la cual se dictan disposiciones sobre la industria, comercio y aplicación de bioinsumos y productos afines, de abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo y productos afines; plaguicidas químicos, reguladores fisiológicos, coadyuvantes de uso agrícolas y productos afines.
- **Resolución 04057 de 2001.** Por la cual se dictan disposiciones sobre registro y control de fertilizantes y acondicionadores de suelos.
- **Resolución 074 de 2002.** Por la cual se establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaqueo, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos.
- **Resolución 150 de 2003.** Por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelo para Colombia.
- **Resolución número 000187 de 2006.** Por medio de la cual se establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaqueo, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización y el sistema de control de productos agropecuarios ecológicos.

## 7.3 PROGRAMA 1. ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE TRABAJO

Este programa comprende las actividades a realizar para mantener en buenas condiciones las instalaciones físicas de la planta de compostaje, así mismo, servir de guía para llevar un control interno adecuado del manejo y ubicación de los elementos para cada uno de los procesos, incluyendo como componente principal la capacitación al personal (operarios y/o pasantes), para el establecimiento de actividades específicas.

Las zonas del proceso de compostaje requieren básicamente mantenimiento de equipos, por tanto, donde se opta por la reorganización y distribución de espacios es en la casa principal, así:

Debido a que la remodelación de la casa se hizo de forma paralela al desarrollo de las actividades previas, estando en buenas condiciones es necesario destinar una oficina adecuada para el personal de vigilancia, distribución de bodegas (cuartos) de acuerdo al tipo de servicios, separando, por secciones, cada grupo de materiales, según sus necesidades de conservación y de utilización. Debe definirse la persona concreta que realizará las funciones de organización y control del almacén, distribuidos en:

- Bodega de productos terminados, almacenando y controlando las existencias hasta el momento de despachar los productos.
- Bodega de herramientas, equipos y útiles que se prestan a los distintos procesos y operarios para producción o mantenimiento.

- Bodega de materiales de desperdicio: los productos, partes o materiales que no tienen salvamento o reparación, se aconseja que sean almacenados y controlados por separado, tanto los desperdicios orgánicos como los químicos.
- Bodega de materiales obsoletos: Los materiales obsoletos son los que han sido discontinuados por deterioro, por descomposición o por haberse vencido el plazo de caducidad. La razón de tener un almacén especial para este tipo de casos, es que los materiales obsoletos no deben ocupar los espacios disponibles para los de consumo actual.

Realizar la actualización continua del inventario, pues, este permite establecer un proceso de registro, control y documentación oportuna suficiente de los movimientos que se realicen en el lugar, así como asignar códigos a los equipos nuevos que ingresen.

Cada equipo propiedad de la planta tendrá asignado un código, el cual está conformado por dos números, el primero es un número que se asigna por la fecha de entrada al lugar y el segundo es el consecutivo de acuerdo al número de elementos, acompañado de una letra de acuerdo al tipo: herramienta (H), maquinaria (M) o insumo (I).

#### **7.4 PROGRAMA 2. SEPARACIÓN EN LA FUENTE EN PLAZAS DE MERCADO**

Considerando que el éxito de la separación en la fuente se fundamenta en una correcta y eficiente estrategia en educación ambiental, este programa establece como punto de partida el componente de sensibilización y capacitación permanente a todo el personal involucrado, enfocado a promocionar las actividades que componen todo el proyecto de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Las jornadas de capacitación deben estar dirigidas a dos grupos de personas:

1. Capacitación principalmente a los vendedores de las plazas de mercado en temas de: separación en la fuente, en orgánicos e inorgánicos y embalaje de los residuos.
2. Capacitación a los trabajadores (operarios y/o pasantes) de la UMATA en relación con: recolección selectiva de los residuos sólidos, acopio y disposición temporal de los mismos.

Se debe capacitar al personal para que participe activamente de la implementación del programa y se recomienda crear algún tipo de reconocimiento o incentivo para garantizar que las medidas se mantengan en el tiempo. Además, todo personal nuevo que ingrese a la planta de compostaje debe ser capacitado.

La metodología para la capacitación incluye:

- Charlas periódicas con todo el personal.
- Carteleras alusivas al tema de residuos.
- Concursos entre plazas de mercado para evaluar la separación en la fuente, o la cantidad de material recuperado.
- Incentivos a las plazas de mercado que mejor lleven a cabo los procesos de separación.
- Creación de un personaje insignia para las campañas de implementación del programa.

Adicional a esto, para realizar una correcta separación en la fuente, se debe disponer de recipientes adecuados, que deben ser de un material resistente que no se deteriore con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento, por tanto, se recomienda recipientes de 60

litros (L) preferiblemente para aquellos locales fijos, con el fin tener un control adecuado de los mismos, por su parte para aquellos que no se responsabilizan con un contenedor, es necesario continuar con la entrega de costales de polipropileno pues resultó ser una buena alternativa.

A pesar de no existir a nivel internacional un acuerdo con respecto a código de colores, la GTC-24 sugiere un código de colores en pro de facilitar la labor de identificación de los materiales residuales, donde para el sector industrial, comercial, institucional y de servicio, recomienda un recipiente de color crema para aquellos residuos de tipo orgánico (ICONTEC, 2009).

### **Unidades de almacenamiento temporal de residuos en las plazas de mercado**

Una vez separados los residuos desde los locales los vendedores necesitan un lugar donde depositarlos o los encargados del servicio de aseo. Debido a que en las plazas de mercado no hay cuartos de almacenamiento temporal adecuados o no tienen como es el caso de la plaza de mercado del barrio la Esmeralda, se recomienda acondicionar dicho espacio de la siguiente manera:

Las áreas de depósito temporal de residuos sólidos deben contar con contenedores identificados para la recepción de residuos orgánicos y para residuos inorgánicos, o en su defecto, se deberá adecuar el área de depósito central de manera que se encuentre claramente dividida cuando menos en dos secciones: para la recepción de residuos orgánicos en una sección, y para la recepción de residuos inorgánicos en la otra.

En ambos casos la colocación de carteles es indispensable para la correcta identificación de las áreas para depósito de los residuos en forma separada. Asimismo es recomendable la designación de un responsable que verifique la disposición separada de los residuos sólidos. Conjuntamente, se debe cumplir con lo que estipula el artículo 19 del decreto 1713 de 2002 y el RAS en el numeral F.3.3.3.4 con respecto a los requisitos mínimos y criterios de diseño para las unidades de almacenamiento, respectivamente.

## **7.5 PROGRAMA 3. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS**

En este programa se enfatiza la importancia del diseño de las rutas al interior de las plazas de mercado y de la ruta del carro de un lugar a otro para la recolección de los residuos. Así mismo de las características que debe cumplir el vehículo encargado de transportar el material orgánico hasta la planta de compostaje.

### **Rutas y medios de recolección al interior de las plazas de mercado**

Al interior de las plazas de mercado se utilizan carretas, estas hacen recorridos al interior de los lugares para recoger las basuras y llevarlas al sitio de disposición temporal que no son cuartos adecuados que permitan albergar separadamente los desechos, por lo que se debe incrementar la frecuencia de recolección, la cual debe ser fija y ser informada previamente a los vendedores, de esta manera, para la ruta interna se plantea dos alternativas viables:

- 1) Que los recolectores de SERVIASEO distribuyan su ruta cotidiana de acuerdo con la clasificación de los residuos, es decir una para residuos orgánicos y otra para los inorgánicos y que dicha ruta de interés se realice en el horario establecido de recolección.

- 2) Que la UMATA adquiriera carretas adecuadas similares para que los operarios de la planta o responsables recorran con facilidad el lugar recolectando los residuos de los locales que previamente han sido identificados. Adicional a esto, trazar una ruta fija para efectuarla en un tiempo conveniente. En los Anexos M, N y O se encuentran los croquis de los planos de 3 plazas de mercado, adaptados de los existentes a la fecha que están resguardados por la Secretaría de Planeación Municipal, para que se trace la ruta por parte de los trabajadores encargados.

### **Rutas de recolección y transporte de un lugar a otro**

La trayectoria a seguir del vehículo recolector de un lugar a otro, es decir de una plaza de mercado a otra hasta llegar a la planta de compostaje, debe diseñarse de tal forma que en la operación se minimice tiempos y costos.

### **Características del vehículo para recolección de residuos**

El vehículo a usar para la recolección de materia prima debe tener la mayor disponibilidad posible para las distintas actividades que no solo incluyen las plazas de mercado sino los demás sitios generadores contemplados. Este debe cumplir con las requerimientos estipulados en el artículo 49 de la decreto 1713 de 2002 de los cuales se destaca, que deben ser motorizados, cerrados y debidamente adecuados para tal fin.

## **7.6 PROGRAMA 4. PROCESO DE COMPOSTAJE**

Teniendo en cuenta la producción diaria de residuos orgánicos, su caracterización física, las condiciones financieras y de infraestructura que se tienen en el Municipio, este programa especifica que el aprovechamiento desarrollado con este material corresponde a la producción de nutrientes orgánicos para el suelo o abonos orgánicos mediante los procesos de compostaje aerobio y la lombricultura, los cuales requieren control constante en diversos parámetros.

En la Planta de Compostaje Municipal se desarrolla el mismo proceso independiente del tipo de residuo (RSO de galerías, contenido ruminal, bagazo de caña, estiércol de caballo), por una parte, combinando los provenientes de las plazas de mercado con el bagazo de trapiches paneleros y por otra, los procedentes del Matadero Municipal con los del Comando de Policía, este último con la única diferencia que continúa al proceso de lombricultura de la planta, siguiendo esta dinámica a continuación, se describe el proceso con la adición de parámetros importantes no tenidos en cuenta hasta el momento en pro de generar un abono de buena calidad.

### **Compostaje aerobio de residuos**

El compostaje aerobio es un proceso de estabilización de la materia orgánica presente en los residuos a través de la actividad de microorganismos que se alimentan de ella. Esta tecnología se presenta como una opción para disponer los RSO de una manera sencilla y útil (COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2002). Las fases a seguir son las siguientes:

- **Recepción de la materia orgánica**

En esta fase se recibe el material o materia prima y se debe diligenciar una planilla de ingreso en el

que se describan aspectos como fecha, hora de entrada, peso en (Kg o ton), si es posible temperatura de ingreso, entre otros, que son características de cada tipo de residuo que llegue a la planta con el propósito de identificar las condiciones iniciales del material.

#### ▪ **Inspección del material**

La materia orgánica una vez ingresa a la planta y se hace su respectiva recepción, pasa a la banda transportadora (residuos provenientes de galerías), donde se inicia el proceso selectivo de material que puede afectar el proceso de transformación o generar daños a la maquinaria debido a que no se degradan biológicamente.

Algunas consideraciones:

- a) La carne, el pescado, los huesos, los productos lácteos y las grasas atraen moscas y pestes.
- b) Plantas infectadas o huevos de larvas pueden sobrevivir el compostaje e infectar el producto.
- c) Hay plantas que son muy tóxicas a los insectos o a otras plantas y pueden dañar el proceso.
- d) El excremento de perros y gatos puede tener patógenos que sobreviven al proceso de compostaje.
- e) Los vegetales que han sido tratados con químicos pueden transportar esos químicos a la pila y matar a los organismos que producen el compost. Algunos de estos químicos se volatilizan y se escapan.
- f) Pequeñas cantidades de papel periódico, filtros de café, etc., son aceptables en la pila, aunque mucho papel puede concentrar demasiada humedad y detener el proceso de compostaje, además la celulosa es difícil de biodegradar.
- g) Papel brillante no debe incluirse en la pila de compost porque algunas tintas y el recubrimiento pueden tener materiales tóxicos y metales pesados dañinos para el proceso de compostaje.

#### ▪ **Picado y triturado (fraccionamiento)**

En esta fase se tritura aquellos residuos orgánicos provenientes de plazas de mercado debido a la variabilidad en su composición, pues se debe uniformizar de tal forma que el tamaño de la partícula no debe ser ni muy fina ni muy gruesa, porque si es fina se obtiene un producto apelmazado, lo que impide la entrada de aire al interior de la masa y no se llevará a cabo una fermentación aerobia completa. Si las partículas son muy grandes la fermentación aerobia tendrá lugar, solamente en la superficie triturada. Aunque el desmenuzamiento del material facilite el ataque microbiano, no se puede llegar al extremo de limitar la porosidad, es por ello que se recomienda un tamaño de partícula de 1 a 5 cm (RANGEL GUERRERO, 2012).

#### ▪ **Formación de pilas**

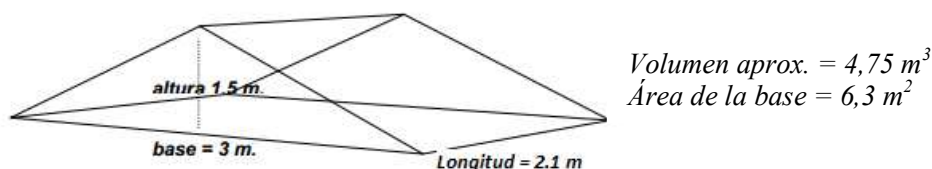
Una vez triturados los residuos orgánicos que lo requieren se depositan en una sección de la caseta de compostaje, adicionando cal para reducir olores, y microorganismos eficientes (EM) preparados previamente para acelerar el proceso de compostaje.

Con el volumen de residuos que se dispone para compostar y con la frecuencia de ingreso de los mismos, se presenta a continuación la determinación de la Unidad de Compostaje y el cálculo del área necesaria de compostaje:

**Unidad de Compostaje (Uc).** La Unidad de Compostaje, es la masa de residuos que permitirá la conformación de una pila y que ingresará al sistema como una unidad independiente del resto. Teniendo en cuenta los resultados promedio y suponiendo la entrada de ruta de galerías de aproximadamente 2,0 ton/semana, que tienen densidad de 0,421 ton/m<sup>3</sup>, se tendrá un volumen de 4,75 m<sup>3</sup>.

**Diseño de la pila.** No es aconsejable la conformación de pilas de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos pequeños volúmenes son muy bruscas. No conformar pilas con base inferior a los dos metros (2 m). Como regla general, tomar como altura la mitad de la base, lo que permitirá obtener una buena relación superficie/volumen (SZTERN & PRAVIA, 1999). Suponiendo que se toma como dimensiones de la pila las siguientes: base = 3 m, altura = 1,50 m., lo que da un volumen de 2,25 m<sup>3</sup> por metro lineal de pila. Si el volumen semanal de residuos que se dispone es de 4,75 m<sup>3</sup> y la capacidad de carga de la pila diseñada es de 2,25 m<sup>3</sup> por metro lineal, el cociente entre estos dos volúmenes dará la longitud de la Unidad de compostaje:  $4,75 \text{ m}^3 / 2,25 \text{ m}^3 = 2,1 \text{ m}$ .

La Unidad de Compostaje tendrá entonces los siguientes valores:



**Volteos, control de humedad y temperatura en el proceso de transformación.** Hasta este punto, la aireación por volteo se ha empelado de forma manual por los operarios de la planta, pero de acuerdo a las necesidades que generó el proyecto en el año 2012 se estableció los elementos a incluir en el presupuesto de inversión 2012, mediante un plan de compras (Anexo P) para actividades de adecuación de la planta de compostaje, en este se incluyó una máquina de volteo para facilitar el proceso y prevenir riesgos en la salud de los trabajadores.

Ya formado el montón de la pila es necesario voltearla, la frecuencia de volteo influye en la velocidad y en la uniformidad de descomposición, porque el material que queda en la superficie no se degrada con la misma velocidad que el del interior. Después de dos (2) semanas se realiza el primer volteo y se continúa con el procedimiento cada tres (3) semanas.

El contenido de humedad es determinante para la degradación del material, porque si se da exceso de humedad el proceso se vuelve anaeróbico, generando gas metano, malos olores y retardándose el proceso. La falta de humedad disminuye la actividad de los microorganismos por lo que no aumenta la temperatura y el proceso se retrasa. Un contenido óptimo de humedad se sitúa entre 50% al 60 % (TCHOBANOGLIOUS, THEISEN, & VIGIL, 1997).

La acción conjunta de los demás factores se reflejará en la temperatura, debido a que el proceso de compostaje se inicia con la acción de los microorganismos mesófilos que se desarrollan de manera óptima entre temperaturas que van desde la del ambiente a más o menos 40 grados centígrados, estos microorganismos son los responsables del calentamiento inicial de la composta y son sustituidos por los microorganismos termófilos que elevan la temperatura hasta 60 °C, en la fase termofílica la descomposición de los materiales es más rápida (JARAMILLO H. & ZAPATA M.,



2008). El exceso o falta de alguno de los factores mencionados se refleja en la temperatura, por lo que puede no calentarse la composta o generar demasiado calor que afecta el proceso.

**Enfriamiento.** La temperatura disminuye desde la más alta alcanzada en el proceso hasta llegar a la del ambiente, se va consumiendo el material fácilmente degradable, desaparecen los hongos termófilos y el proceso continúa gracias a los organismos esporulados y actinomicetos. Cuando se inicia la etapa de enfriamiento, los hongos termófilos que resistieron en las zonas menos calientes del proceso realizan la degradación de la celulosa (JARAMILLO H. & ZAPATA M., 2008).

**Maduración.** La maduración puede considerarse como complemento final de las fases que ocurren durante el proceso de fermentación disminuyendo la actividad metabólica. El producto permanece más o menos 20 días en ésta fase (JARAMILLO H. & ZAPATA M., 2008).

- **Empaque, etiquetado y almacenamiento**

Se hace tamizado con el fin de mejorar la uniformidad y apariencia del compost y retirar cualquier contaminante que haya pasado el preprocesamiento, tales como vidrio, metales, plástico, trapos, etc. Una vez listo el abono se empaqueta en costales de polipropileno para dar inicio a su comercialización en bultos cuyo peso se deja a consideración del encargado del proyecto, recomendable que en el etiquetado se referencie la ubicación de la pila y el tipo de residuo para que mediante las evaluaciones fisicoquímicas respectivas se tenga información precedente que contribuyan a las medidas correctivas. La planta debe contar con un laboratorio en el lugar o requerir estudiantes del área agropecuaria que inspeccionen y evalúen la calidad de los fertilizantes producidos.

- **Condiciones del proceso de compostaje y control**

En el proceso de compostaje, son los microorganismos los responsables de la transformación del sustrato, por lo tanto, todos aquellos factores que puedan inhibir su crecimiento y desarrollo, afectarán también sobre el proceso. Los factores más importantes que intervienen éste proceso biológico son: temperatura, humedad, pH, oxígeno, relación Carbono/Nitrógeno (C/N) y población microbiana, en la Tabla 20, se resumen estos parámetros de control (JARAMILLO H. & ZAPATA M., 2008).

Tabla 20. Resumen de los parámetros para el control del proceso de compostaje

Parámetro	Observación
Temperatura	Para obtener mejores resultados, la temperatura debería mantenerse entre 50 y 55 °C durante los primeros días y entre 55 y 60 °C para el resto del período de compostaje activo. Si la temperatura sube por encima de 66°C, la actividad biológica se reduce significativamente. Se recomienda hacer un perfil de la variación de la temperatura durante el proceso.
Humedad	El contenido en humedad debería estar entre 50 y el 60 por 100 durante el compostaje. El valor óptimo parece ser el 55 por 100.
pH	Para lograr una descomposición aerobia óptima, el pH debería permanecer en el rango de 6,5 a 8,0. Para minimizar la pérdida de nitrógeno en la forma de gas amonio, el pH no debería sobrepasar un valor de 8,5.
Mezcla / volteo	Debe ser mezclado o volteado regularmente o cuando sea necesario. Después de dos (2) semanas realizar el primer volteo y se continúa con el procedimiento cada tres (3) semanas.

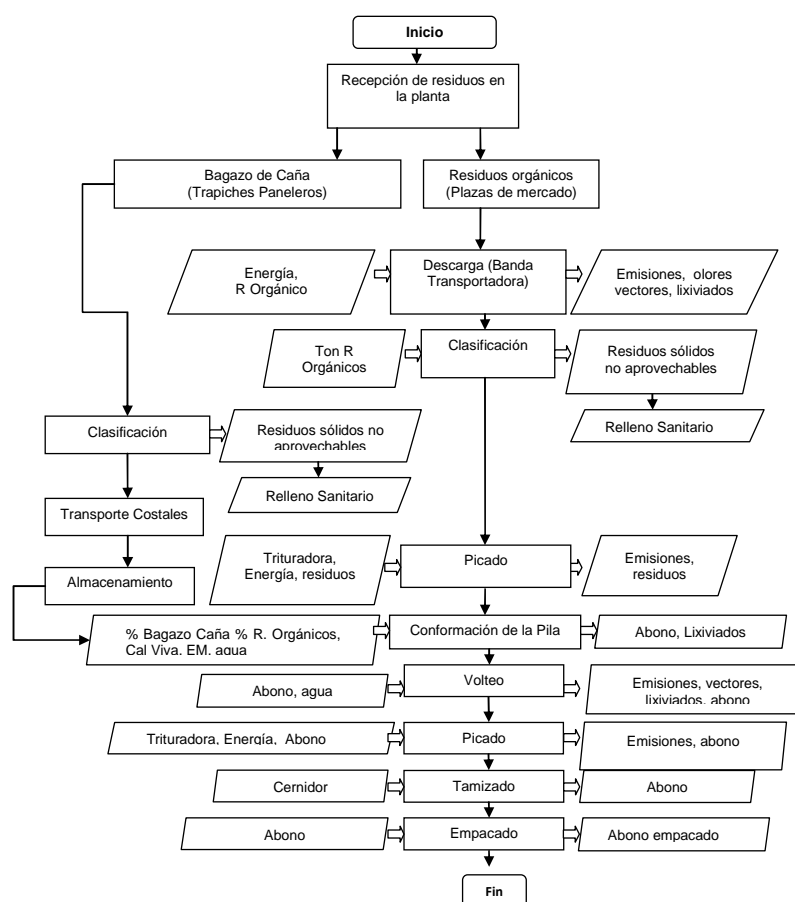
Tabla 20. (Continuación)

Parámetro	Observación
Cantidad de nutrientes Relación carbono-nitrógeno (C/N)	Debe ajustarse la cantidad de nutrientes cuando se composta materiales como papel, hojas secas, residuos de poda, etc., si al verificarse previamente la relación carbono-nitrógeno se encuentra fuera del rango óptimo: 20:1 y 25:1 para compostaje aerobio (RAS, 2000). Con relaciones más bajas se emite amoníaco. También se impide la actividad biológica con relaciones más bajas. Con relaciones más altas, el nitrógeno puede ser un nutriente limitante.
Tamaño de la partícula	Debe disminuirse los RS de tamaño mayor a 5 cm, para mejorar la descomposición y mezcla.
Control patógenos	Si se lleva a cabo correctamente, se pueden destruir todos los patógenos, hierbas malas y semillas, durante el compostaje. Para conseguir esto, la temperatura debe mantenerse entre 60 y 70 °C durante 24 horas.

Fuente: Adaptada de (TCHOBANOGLOUS, THEISEN, & VIGIL, 1997)

En la Figura 49, se puede observar el diagrama del proceso que agrupa residuos provenientes de plazas de mercado con el bagazo de caña.

Figura 49. Diagrama de proceso de compostaje



Fuente: (Elaboración propia, 2013)

## 7.7 PROGRAMA 5. PROCESO DE LOMBRICULTURA

Las lombrices (oligoquetos) del grupo epigeo ingieren solo materia orgánica y se pueden criar para tres fines principales: aprovechar el humus que producen, reciclar residuo sólido orgánico y ser la biomasa de lombrices para alimento de animales (ALEGRE, 2005).

El proceso de lombricultura en la planta inicia con la recolección del material precompostado proveniente de las pilas conformadas de mezcla del contenido ruminal con estiércol de caballo, que se dejan llegar hasta la fase termófila. En este punto, parte de la pila después de llegar a una temperatura de 60 °C se transporta a las camas de lombricultura para continuar el proceso de descomposición con la ayuda de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), posteriormente las lombrices son traspasadas a otra cama de compost para continuar el proceso. Una vez que el abono de lombriz está listo es extraído de las camas y puesto a secado para luego ser empacado y comercializado. Las fases a considerar en este proceso se describen a continuación:

### ▪ Formación de camas

En la planta de compostaje se dispone de material y camas de lombricultura en madera ya formadas, con una ligera pendiente para que un canal recolector reciba el humus líquido.

### ▪ Alimentación de las lombrices

Es el factor de mayor importancia para el cultivo de lombrices, puesto que de éste depende la supervivencia y buena reproducción de las lombrices y la calidad del lombricompost (RANGEL GUERRERO, 2012).

Puede utilizarse cualquier desecho orgánico, excepto aquellos que pueden tener parásitos compatibles con el hombre, como son el excremento de mascotas o que puedan contener metales pesados. El contenido ruminal y el estiércol de caballo es útil porque se genera en grandes volúmenes. Estos no deben ser demasiado viejos, porque afecta la calidad del abono, pero si está demasiado fresco puede afectar a las lombrices porque genera fuerte calor y el pH no es adecuado, por lo que es necesario el precompostado.

Las lombrices requieren condiciones ambientales óptimas para su buen desarrollo, uno de estos factores es la humedad, dado que la lombriz requiere de un buen nivel para la alimentación y la respiración, las humedades superiores al 80% les generaría la muerte. En la misma medida se encuentra la temperatura, la cual presenta un rango muy limitado entre 20°C y 33°C. En la Tabla 21, se consolidan las condiciones ambientales óptimas para un buen proceso de lombricultura (JARAMILLO H. & ZAPATA M., 2008).

Tabla 21. Condiciones para el establecimiento de la lombriz

Parámetro	Rango	Óptimo
Temperatura	20 – 23	25 – 28
pH	5,5 – 9,0	6,8 – 7,2
Humedad	65 – 80	70 – 75

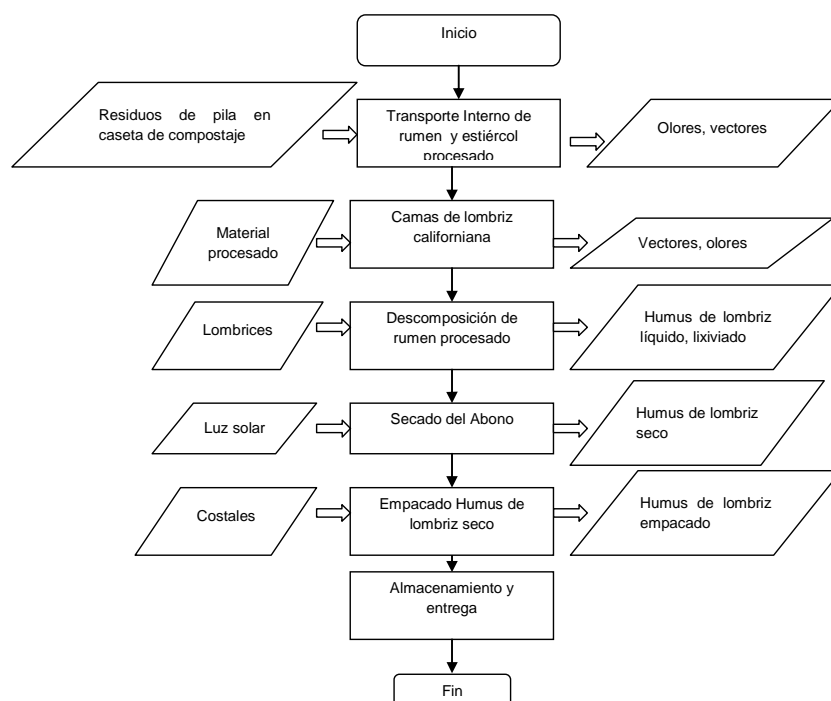
Fuente: (JARAMILLO H. & ZAPATA M., 2008)

En el caso de la lombricultura se exige la realización del análisis de contenido de sustancias tóxicas en la lombriz como cadmio, mercurio, plomo, cromo, níquel y pesticidas organoclorados y organofosforados (RAS, 2000). En la Figura 50, se bosqueja el proceso de lombricultura.

▪ **Empaque y Almacenamiento**

Al igual que el compost, una vez listo el abono se empaqueta en costales de polipropileno para dar inicio a su comercialización en bultos cuyo peso se deja a consideración del encargado del proyecto.

Figura 50. Diagrama de proceso de Lombricultura, producción de humus



Fuente: (Elaboración propia, 2013)

**7.8 SEGUIMIENTO Y CONTROL**

Debe establecerse un seguimiento y control que permita disponer de información constante sobre la incidencia y evolución del proyecto empleado en la planta de compostaje. Se considera conveniente apuntar unas tareas básicas de seguimiento. Una buena parte de ellas pueden ser realizadas cotidianamente por los mismos operarios con la supervisión del jefe de planta, ya que se trata de observaciones sencillas pero que dan indicios sobre el avance del compostaje.

Debe recopilarse, de forma periódica, información acerca de los siguientes puntos:

- Participantes activos en separación en la fuente
- Receptores de material para separación de residuos
- Rutas de recolección establecidas

- Registro Proceso Microbiológico
- Registro entrada de residuos
- Registro Proceso de Compostaje y lombricultura

Durante el año 2012, se fueron formalizando formatos para realizar seguimiento y reportando los indicadores de los procesos que se realizan al interior y exterior de la planta de compostaje, a continuación en la Tabla 22, se presenta la descripción de cada uno de los formatos añadiendo lo que se considera necesario y no se ha tenido en cuenta hasta el momento.

Tabla 22. Formatos de seguimiento y control de procesos

<b>Formato</b>	<b>Descripción</b>
Inventario	Formato que incluye bodega de ubicación, cantidad, tipo de elemento (maquinaria, herramienta o insumo), capacidad, uso, marca, color, estado (bueno o malo), observaciones y codificación
Encuesta Galería	Con este formato se puede obtener información de los comerciantes de las galerías, sus productos, la cantidad de residuos generados, conocer la información que tienen acerca de la separación en la fuente, su aceptación y colaboración en la implementación de recipientes en los establecimientos comerciales.
Rutas de recolección en galerías	Lugar de la recolección (nombre de la galería), hora de inicio y final de la recolección, la dirección específica de donde se parqueo el carro recolector, se define el tipo de residuo entregado y recogido.
Proceso Microbiológico	En el formato se encuentra registrados parámetros de pH, volumen en litros, y cantidades en kilogramos de insumos suministrados para crear los Microorganismos Eficientes, el lugar donde se almacenan, la entidad que se beneficia y el responsable de la mezcla realizada.
Proceso de Compostaje	El formato contiene toda la información acerca del proceso de Compostaje, la conformación de la pila y su fecha, los residuos suministrados a la pila, el % volumen, % peso, % humedad, pH, T° ambiente de la pila, la fechas de volteo, ubicación de la pila y la observaciones.
Formato de lombricultura	Ubicación de la cama, tipo de residuo, control de temperatura, pH, % humedad.
Registro entrada de residuos	Fecha, hora de ingreso y salida del carro recolector, la clase de residuo, la cantidad en Kg de residuo, responsable de la entrega y el responsable de la salida.

Fuente: Elaboración propia

## 7.9 RESPONSABLES

Para un buen desempeño del proyecto de producción de abono a partir de residuos orgánicos provenientes de las plazas de mercado, instituciones y agroindustrias es estrictamente necesario el compromiso por parte de los administradores de los lugares, la comunidad involucrada, lo encargados del servicio de aseo (SERVIASEO) y quienes adquieran convenios contractuales con la UMATA en beneficio de la planta de compostaje.

Dentro de la estructura administrativa de la UMATA como responsable de la planta de compostaje están presentes integrantes de la comunidad como los operarios que pertenecen a la zona, los cuales brindan apoyo en los procesos o actividades que se generen en la planta. En el lugar no solo se realizan actividades concernientes a la producción de abono sino también a la propagación de especies vegetales, entre otras, para las cuales se hace necesaria la participación de más operarios

y/o pasantes con los cuales se distribuyan responsabilidades particulares y obtener mejor seguimiento a los procesos, llevando registro de dicha actividad. De acuerdo a esto, en las fichas de acción que se encuentran en el Anexo L, se especifican los responsables para cada programa.

#### **7.10 RECURSOS**

Dentro del presupuesto municipal se incluyen recursos para el desarrollo continuo de la planta, cabe aclarar que los recursos no siempre están a la disposición, por ello se realiza la presentación de propuestas y la realización de convenios con entidades públicas o privadas que velan por el mejoramiento de la planta de compostaje. La administración de estos recursos se realiza de acuerdo con las necesidades prioritarias del momento, debido a que el trámite que se debe realizar para tener los recursos es lento.

## 8 ACTIVIDADES DEL PLAN DE APROVECHAMIENTO IMPLEMENTADAS

### 8.1 CODIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ÍTEMS DEL INVENTARIO

Como se mencionó en el diagnóstico de la casa, los insumos y herramienta no tenían distribución adecuada para una fácil identificación y manejo, por lo tanto, para dar solución a esta molestia se realizó una jornada de limpieza inicial (Figura 51) y una reorganización de los elementos acorde al inventario.

Se realizó una codificación para cada herramienta, insumo y maquinaria (Figura 52), con el fin de facilitar la búsqueda y hacer un seguimiento del estado de entrada y salida del lugar de los mismos, para esto, se publicó el inventario, su numeración y correspondiente ubicación, en una cartelera dentro de la casa para anotar las observaciones, en cada cuarto se agruparon elementos según sus características (Figura 53).

Figura 51. Limpieza de Herramientas



Figura 52. Codificación de insumos



Fuente: Presente estudio

Figura 53. Ordenación por tipo de objeto





## 8.2 VERIFICACIÓN DE LA COMPRA DE LOS INSUMOS

Durante el desarrollo del proyecto se fueron creando necesidades para lo que se estableció la elaboración de un plan de compras, se inició un listado a partir de los resultados obtenidos del diagnóstico general a las instalaciones y el inventario de la planta, para el continuo mantenimiento de la infraestructura, así como insumos adecuados para la recolección y procesamiento de residuos.

El Anexo P, muestra el listado de implementos requeridos, limitado por el presupuesto disponible, teniendo en cuenta lo imprescindible para arreglar las instalaciones y atendiendo a la responsabilidad de los empleadores, quienes están obligados a proporcionar y mantener un ambiente de trabajo en adecuadas condiciones de higiene y seguridad y establecer métodos de trabajo con el mínimo de riesgos para la salud dentro de los procesos de producción. (COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 1979)

Así mismo, adoptar medidas efectivas para proteger y promover la salud de los trabajadores, mediante la instalación, operación y mantenimiento, en forma eficiente, de los sistemas y equipos de control necesarios para prevenir enfermedades y accidentes en los lugares de trabajo. (COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 1979)

Con lo anterior, considerando que en el proceso de compostaje los trabajadores están expuestos a sustancias nocivas o tóxicas, agentes biológicos, a ruidos, golpes/cortes por objetos o herramientas se requirieron elementos de seguridad básicos como: respiradores químicos, tapa oídos, cascos, guantes de nitrilo, botas, gafas protectoras.

Las compras se efectuaron en convenio con la ferretería MULTIAGRO LTDA., encargados de la transportación de los materiales hasta la planta de compostaje (Figura 54), una vez allá, la recepción de las compras se hizo corroborando con el listado del plan de compras elaborado previamente así como su añadidura al inventario y pertinente codificación (Figura 55).

Figura 54. Verificación del plan de compras



Figura 55. Organización de insumos



Fuente: Presente estudio

## 9 CONCLUSIONES

- La planta de compostaje cuenta con infraestructura adecuada para el desarrollo de actividades encaminadas a la producción de abono orgánico a partir de los residuos provenientes de los principales generadores en el Municipio de Popayán, en la cual, se requiere la organización y las labores estrictas de mantenimiento y limpieza debido a que esto, permite mejorar el ambiente de trabajo y controlar el manejo y procesamiento adecuado de los residuos sólidos orgánicos.
- Las plazas de mercado del Municipio de Popayán evidencian falta de administración adecuada en cuanto al desarrollo de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y puede afirmarse que la problemática está relacionada con la no práctica de separación en la fuente, deficiencia de espacios y contenedores adecuados para almacenamiento temporal de los residuos sólidos, educación ambiental y en el desconocimiento para el aprovechamiento de los residuos; todo esto intrínseco en el ámbito cultural.
- En las plazas de mercado se generan en promedio 34,5 L/local-día de residuos orgánicos susceptibles de aprovechamiento, el estudio de caracterización realizado en galerías no solo permitió determinar una tasa promedio, sino identificar los principales generadores de residuos, siendo evidente que la variabilidad de estos depende del tipo de productos de comercialización y de los días de mayor afluencia en el mercado.
- La ruta establecida para recolección en las distintas plazas de mercado, el mercado, móvil y el Centro Comercial Campanario permitió la recuperación de aproximadamente 37 toneladas en 20 semanas de material orgánico, reflejando la efectividad de la educación ambiental impartida mediante capacitaciones a un total de 420 personas.
- La recolección efectuada durante las 20 semanas de agosto a diciembre, permitió la recuperación 29 toneladas de contenido ruminal, 28 toneladas de estiércol de caballo y 5 toneladas de bagazo de caña y su aprovechamiento a través del compostaje y la lombricultura, lo que se traduce en beneficio para el relleno sanitario, ya que se está eliminando subproductos con capacidad de producir efectos adversos al ambiente, que a su vez estaría generando costos adicionales en su manejo.
- La densidad de los residuos orgánicos de la ruta de plazas de mercado entrantes a la planta de compostaje fue de 421,2 Kg/m<sup>3</sup>, este valor sirve de referencia para posteriores cálculos del volumen a ocupar por determinada masa de residuos.
- El desarrollo de todas las acciones para reanudar las actividades en la planta de compostaje permitió reconocer las principales falencias para poder adoptar las medidas de mejora y las correcciones necesarias a través de la formulación de un plan de aprovechamiento que contempló 5 programas, que tienen en cuenta la disponibilidad de las personas y la cantidad de residuos que se pueden recuperar, además de direccionar las actividades intrínsecas en el proceso de compostaje.
- Se lograron realizar las principales actividades correspondientes al programa de adecuación a las instalaciones de trabajo considerando que para un efectivo proceso de compostaje es

indispensable, controlar el uso, conservación y mantenimiento de todos los elementos que componen las instalaciones.

## **10 RECOMENDACIONES**

- Se debe llevar un estricto control del ingreso de residuos a la planta, teniendo especial cuidado en procesar los materiales de acuerdo a su orden de llegada con el fin de minimizar la degradación de los residuos orgánicos; de esta manera se puede disminuir la generación de olores indeseables.
- Se debe definir la cantidad de operarios necesarios para cumplir con las exigencias diarias de trabajo en la planta y de la forma más eficiente, pudiendo usarse como referencia lo indicado en este trabajo.
- Para facilitar un control adecuado es conveniente establecer los responsables de las actividades de seguimiento y de interpretación del estado del proceso. Para ello es útil la constante actualización de los formatos de registro de aquellos factores que se consideren más significativos, que a la vez servirá para tener información precisa de cada actividad.
- Se recomienda gestionar la prestación de un vehículo adecuado para transporte de materias primas de tiempo completo.
- Para una adecuada recolección al interior de las plazas de mercado se recomienda la adquisición de carretas o vehículos de recolección adecuados para evitar esfuerzos a los trabajadores y disminuir tiempos de recogida.
- Llevar un control al pesaje de residuos separados para evaluar constantemente el proceso de capacitación en las plazas de mercado.
- Antes de la realización del estudio de caracterización, se debe contar con todos los implementos y equipos necesarios, así como con el local donde serán vertidos los residuos para su segregación. Para posteriores estudios de caracterización se recomienda el uso de balanzas para determinar muestreo por peso de residuos sólidos.

## BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE POPAYÁN. (2006). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Ciudad de Popayán (PGIRS)*. Popayán.

ALEGRE, M. (2005). *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. (2004). *Guía para el manejo integral de residuos sólidos en el Valle de Aburrá*. Medellín, Colombia.

BOLAÑOS HOYOS, E. O. (2011). *Informe del estado de los recursos naturales y del medio ambiente*. Contraloría Municipal de Popayán, Popayán.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (24 de Enero de 1979). Ley 9. *Por la cual se expiden Medidas Sanitarias*. Bogotá D. E, Colombia: Artículo 84.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (1998). *Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Bogotá D.C.: Ministerio del Medio Ambiente.

COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. (6 de Agosto de 2002). Decreto 1713. *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, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Bogotá, D. C., Colombia.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. (22 de Mayo de 1976). Resolución 2400. *Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo*. Colombia.

COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (2002). Algunas alternativas tecnológicas disponibles. En *Guía Ambiental para la selección de tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos* (pág. 183). Bogotá: Fotolito America Ltda.

Google Maps. (2012). *Google Maps*. Obtenido de <http://goo.gl/maps/4yz7o>

Google Maps. (2012). *Google Maps*. Obtenido de <http://goo.gl/maps/nEsxh>

ICONTEC. (2004). NTC 1567. *Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo*. Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ICONTEC. (2009). NTC 24. *Guía para la separación en la fuente*. Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

JARAMILLO H., G., & ZAPATA M., L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Tesis de Especialización, Universidad de Antioquia, Antioquia, Medellín.

RANGEL GUERRERO, F. M. (2012). *Propuesta técnica para el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos orgánicos del mercado cubierto de San Gil*. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga: Trabajo de grado Especialización en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Departamento de Ingeniería Química.

RAS. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Sistemas de Aseo Urbano* (Vol. Título F ). Bogotá D.C, Colombia.

SAKURAI, K. (2000). *HDT 17: Método sencillo del análisis de residuos sólidos. Organización Panamericana de la Salud CEPIS/OPS*. Recuperado el 10 de Abril de 2013, de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental BVSDE: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL. (1996). *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales*. México: SEDECOL.

SERPU S.A ESP. (2011). *Análisis y evaluación de puntos específicos para SERVIASEO Popayán S.A. ESP*. Auditoría Externa de Gestión y Resultados.

SZTERN, D., & PRAVIA, M. A. (1999). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. *Organización panamericana de la salud* . Organización Mundial de la Salud.

TABARES, M. C., & JARAMILLO, L. (1999). *Uso de subproductos de la caña panelera en la meseta de Popayán*. Cartilla Ilustrada-Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Cauca. Popayán: Corpoica - Pronatta.

TCHOBANOGLIOUS, G., THEISEN, H., & VIGIL, S. (1997). *Gestión Integral de Residuos Sólidos* (Vol. II). Madrid: McGraw-Hill, Inc.

TRILLOS, L., G., PLATA, L., O., MESTRE, ARAUJO, A. T., y otros. (21 de Septiembre de 2006). *Análisis físicoquímicos de los contenidos ruminales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle del César* . Facultad De Ingenierías. Programa de Agroindustria. Universidad Popular del Cesar. Valledu.

UMATA. (2012). *Plan de acción 2012*. Popayán.

## **ANEXOS**


Anexo A. Formato para verificación de inventario

		<b>ALCALDÍA DE POPAYÁN</b> <b>UNIDAD DE ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA</b> <b>UMATA</b>								FECHA: COORDINA: PARTICIPA:		
ITEM	BODEGA	DETALLE				CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN			ESTADO		OBSERVACIÓN
		CANTIDAD	I <sup>1</sup>	M <sup>2</sup>	H <sup>3</sup>		USO		MARCA	COLOR	B	
							SI	NO				

---

<sup>1</sup> INSUMOS  
<sup>2</sup> MAQUINARIA  
<sup>3</sup> HERRAMIENTA

Anexo B. Formato de encuesta

<b>ALCALDÍA DE POPAYÁN</b> <b>UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA</b> <b>UMATA</b>							
FECHA: ____ DEL MES DE ____ DEL 20__  ENCUESTA GALERÍA _____ COORDINA: _____ REALIZADO POR: _____							
<b>DATOS PERSONALES</b>							
NOMBRE COMPLETO: _____							
IDENTIFICACIÓN: _____		DE: _____					
TELÉFONO: _____							
<b>INFORMACIÓN DEL LOCAL Y ACTIVIDAD</b>							
ÁREA DEL LOCAL: _____							
QUE PRODUCTOS COMERCIALIZA EN SU LOCAL:	Frutas		Almuerzos (restaurantes )				
	Verduras y hortalizas		Cárnicos				
	Plantas e hierbas		Pollos				
	Tubérculos		Pescado				
	Otros						
¿ESTÁ USTED DISPUESTO A PARTICIPAR EN UNA ESTRATEGIA DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS?	SI	¿POR QUÉ?					
	NO						
¿HA RECIBIDO CAPACITACIONES O CONOCE SOBRE EL TEMA DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS?			SI				
			NO				
<b>ESTIMACIÓN DE VOLUMEN DE RESIDUOS</b>							
MEDIDA DE ALTURA DEL RECIPIENTE APROXIMADA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS POR DÍA EN SU LOCAL:							
DÍAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
ALTURA							
VOLUMEN							
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>							
¿POSEE USTED TERRENOS PRODUCTIVOS?	<b>SI</b>		DONDE SE UBICA (VEREDA, BARRIO, etc.):				
	<b>NO</b>						
¿QUE EXTENSIÓN POSEE EL TERRENO? (HECTÁREAS)							
¿LE GUSTARÍA PARTICIPAR EN LOS PROYECTOS PRODUCTIVOS QUE MANEJA LA UMATA?							
OBSERVACIONES							
				_____ FIRMA ENCUESTADO			

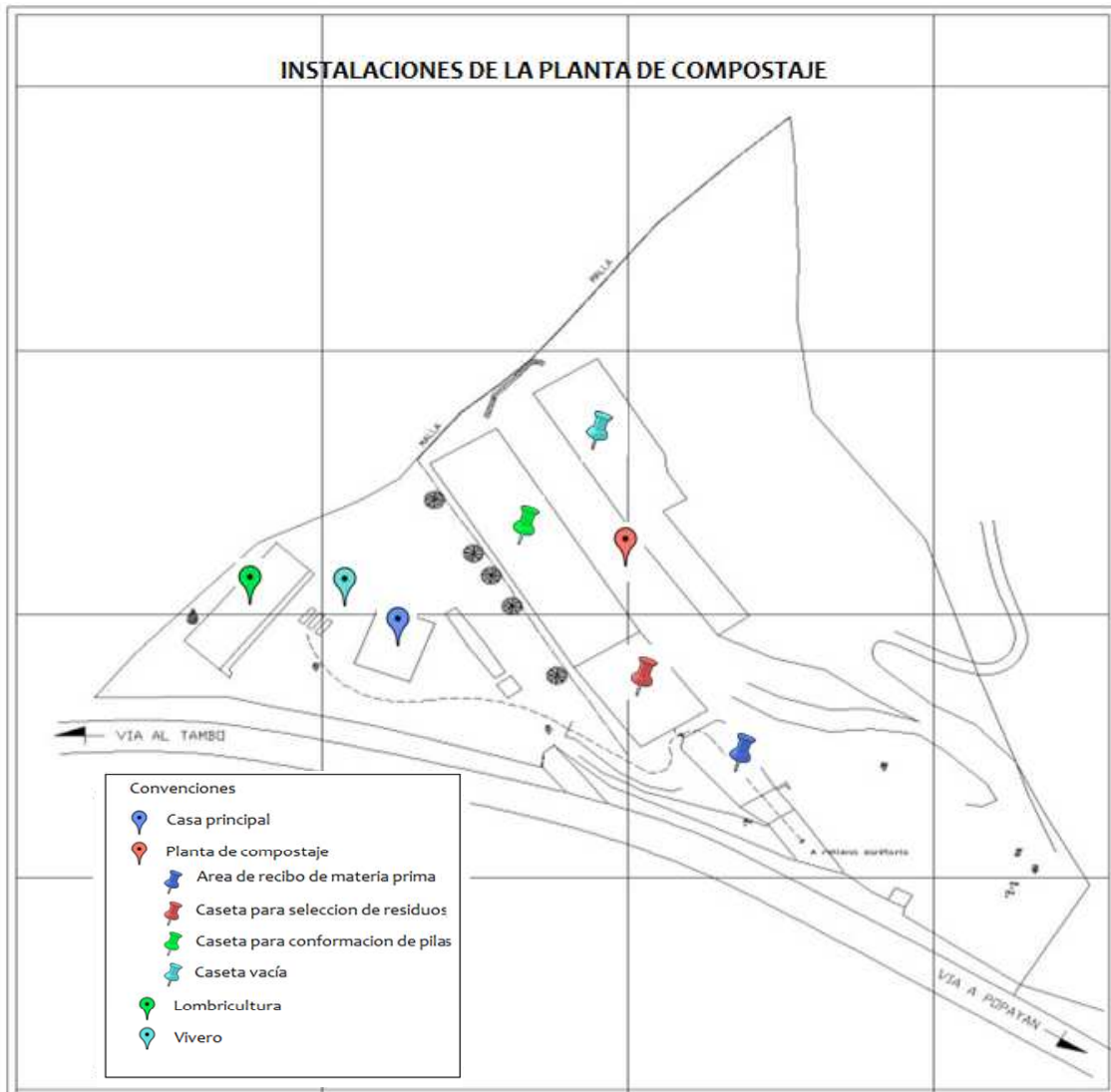








Anexo F. Plano de distribución de la infraestructura en la Planta de Compostaje



Fuente: Presente estudio

Anexo G. Inventario de maquinaria y equipos

INVENTARIOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS							
ÍTEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN				ESTAD O	OBSERVACIÓN
		NOMBRE	CAPACIDAD	MARCA	COLOR		
1	1	MOTOR DIESEL		SHAKTI- MAN	VERDE	MALO	EL APARATO SE ENCUENTRA DETERIORADO Y OXIDADO
2	1	MOLINO DE PICADO	1 t/h		VERDE	BUENO	
3	1	MOTOR ELÉCTRICO PP- 600	5.5 hp	WEG	AZUL	BUENO	
4	1	PICADORA DE PASTO	800 Kg	PENA- GOS	VERDE- AMARILLO	BUENO	
5	1	GUARDAMOTOR			GRIS	BUENO	
6	1	MOTOR ELÉCTRICO BANDA SELECCIONADO	2 hp	ATV	VERDE	BUENO	
7	1	CAJA REDUCTORA DE VELOCIDAD DEL MOTOR		FLEN- DER	AZUL	BUENO	
8	1	TOLVA PARA BANDA SELECCIONADOR A		METAL- PLANT	AZUL	BUENO	
9	3	TANQUES ALMACENAMIE NTO AGUA	2000 L	ACUA- VIVA	NEGRO	BUENO	DE LOS CUALES 2 ESTÁN EL BIODIGESTOR QUE NO SE UTILIZARA
10	1	BASCULA	30 ARROBAS	DETEC- TO	VERDE	BUENO	
11	1	CAJA PARA BREAKERS		LUMI- NEX	BLANCA	BUENO	

Anexo H. Inventario herramientas y materiales

INVENTARIO HERRAMIENTAS Y MATERIALES							
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN				ESTADO	OBSERVACIÓN
		NOMBRE	CAPACIDAD	MARCA	COLOR		
1	26	CANASTAS PLÁSTICAS				BUENO	1 CANASTA DAÑADA
2	7	PICAS				BUENO	
3	2	AHOYADORES				BUENO	
4	1	HACHA				BUENO	
5	8	PALA CUADRADA				BUENO	
6	2	PALAS GRANDES				BUENO	
7	6	PALENDRAS				BUENO	
8	1	PALA PLANA				BUENO	
9	2	AZADONES				BUENO	
10	5	PALINES					DAÑADO EL CABO DEL CÓD. 1405120062
11	5	MACHETES					5 DE 6 SALE UNO PARTIDO CÓD. 1405120092
12	2	RASTRILLOS METÁLICOS					2 DE 3 RASTRILLO DAÑADO 1405120078
13	1	RASTRILLOS PLÁSTICO				BUENO	
14	10	CASCO DE PROTECCIÓN			AMARILLO	BUENO	
15	2	REGADORAS		IMUSA	VERDE-AMARILLO	BUENO	
16	1	CAJA DE HERRAMIENTAS			NARANJA	BUENO	
17	1	LLAVE DE TUBO				MALO	OXIDADO
18	6	LLAVE DE BOCA				BUENO	
19	3	LLAVE DE COPA				BUENO	
20	3	EXTENSIÓN DE LLAVE DE COPA				BUENO	
21	1	LLAVE DE BUJÍA				BUENO	
22	1	MARCO DE SEGUETA				BUENO	
23	1	PALANCA PATE CABRA				BUENO	
24	1	MACETA				BUENO	
25	2	MARTILLOS				BUENO	
26	1	TIJERA				BUENO	
27	1	GRAPADORA				BUENO	
28	1	MAQUINA COSEDORA DE COSTAL	90 V			BUENO	
29	1	SERRUCHO				BUENO	
30	1	MOTOBOMBA	2 hp	SIEMENS	ROJO	BUENO	
31	8	CONOS DE HILO			BLANCO	BUENO	

Anexo G. (Continuación)

INVENTARIO HERRAMIENTAS Y MATERIALES							
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN				ESTADO	OBSERVACIÓN
		NOMBRE	CAPACIDAD	MARCA	COLOR		
32	2	TARRO PLÁSTICO CON TAPA	100 L		AZUL	BUENO	
33	3	TARRO PLÁSTICO CON TAPA	50L		AZUL	BUENO	
34	70	TARRO PLÁSTICO CON TAPA PARA ENTREGAR			AZUL	BUENO	DE 78 A 70, 8 ENTREGADOS EN GALERÍAS
35	1	GUADAÑA		POWER ENGINE	PLATEADO-ROJO	BUENO	NUEVA
36	1	BOMBA DE FUMIGAR	22 L	MITTO	AMARILLA	BUENO	
37	1	BOMBA DE FUMIGAR	20 L	ROYAL	BLANCA	BUENO	
38	2	ROLLOS DE MANGUERA			NEGRA	BUENO	
39		ACCESORIOS ELÉCTRICOS Y PVC (COSTAL)				BUENO	
40	1	MANGUERA DE JARDINERÍA	100 m		VERDE	BUENO	NUEVA
41	1	MANGUERA DE JARDINERÍA	30 m		VERDE	BUENO	
42	2 GUANGOS	TUBO ELÉCTRICO	1 Pulg		VERDE	BUENO	
43	8	TUBO PARA AGUA POTABLE	1 Pulg		BLANCO	BUENO	
44	24	VARILLA ROSCADA 3/8	3 m			BUENO	
45	81	BANDEJAS PLÁSTICAS				BUENO	
46	1	BROCHA				BUENO	
47	1	PODADORA MANUAL				BUENO	
48	1	MARTILLO HECHIZO				BUENO	
49	2	DESTORNILLADOR				BUENO	
50	1	MALACATE				BUENO	
51	1	YOYO DE GUADAÑA				BUENO	
52	3	LIMA				BUENO	
53	1	ENGRASADORA				BUENO	
54	20	TARROS PLÁSTICOS "cunete"	5 gal			BUENO	
55	1	CARETA DE PROTECCIÓN				BUENO	
56	1	ARNÉS DE GUADAÑA				BUENO	
57	1	LLAVE DE PASO				BUENO	
58	1	LLANTA CARRETILLA BUGGY				BUENO	
59	1	BULTO TABLETAS				BUENO	
60	1	COMEDERO			ROJO	BUENO	

Anexo G. (Continuación)

INVENTARIO HERRAMIENTAS Y MATERIALES							
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN				ESTADO	OBSERVACIÓN
		NOMBRE	CAPACIDAD	MARCA	COLOR		
61	1	CAJA DE GANCHOS				BUENO	
62	1	CAJA PARA BREAKER				BUENO	
63	1	ALAMBRE PÚA				BUENO	
64	1	POLISOMBRA	20 m		NEGRA	BUENO	
65		PLÁSTICO PARA INVERNADERO				BUENO	
66	1 BULTO	BOLSA PLÁSTICA			NEGRA	BUENO	
67	2	POLEA PARA MOTOR GRANDE				BUENO	
68	2	POLEA PARA MOTOR PEQUEÑA				BUENO	
69	1	RECOLECTOR DE BASURA		ROTOPLAST	GRIS	BUENO	
70	1	RECOLECTOR DE BASURA		ROTOPLAST	VERDE	BUENO	
71	5 1/2 BULTO	COSTALES	100 C/U			BUENO	
72	3	CARRETIILLAS BUGUI		HERREAGRO	NEGRO	BUENO	
73	4	TANQUE CON TAPA	250L		AZUL CLARO	BUENO	4 DE 8, 4 SALIDA POR PRÉSTAMO
74	2	PULVERIZADORA-FUMIGADORA	20 L	CHASIS PLÁSTICO		BUENO	2 DE 4, SALIDA POR PRÉSTAMO
75	1	ROLLO DE MANILA				BUENO	
76	9 1/2 BULTOS	BOLSA PLÁSTICA				BUENO	
77	4	AHOYADOR		BELLOTA	ROJO	BUENO	
78	1	RASTRILLO METÁLICO			VINOTINTO	BUENO	
79	56	CABOS PARA PALAS				BUENO	
80	5	APAGA INCENDIOS			NEGRO	BUENO	
81	7	RASTRILLO METÁLICO PEQUEÑOS				BUENO	
82	1	ROLLO DE MANGUERA				BUENO	PRESTADO 1505120276
83	6	PALINES		COLIMA	NEGRO	BUENO	
84	1	HACHA NUEVA				BUENO	
85	1	BROCHA				BUENO	
86	1	LIMAS				BUENO	
87	1	EQUIPO BATIFUEGO			AMARILLO	BUENO	
88	1	ROLLO DE CINTA GRANDE			NEGRO	BUENO	
89	4	CABOS PARA PICAS				BUENO	
90	29 CAJAS	GRAPAS PARA ALAMBRE		CORSAN		BUENO	
91	2	BANOS COMPLETOS		CORONA	BLANCO	BUENO	
92	2	LAVAMANOS				BUENO	



Anexo G. (Continuación)

INVENTARIO HERRAMIENTAS Y MATERIALES							
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN				ESTADO	OBSERVACIÓN
		NOMBRE	CAPACIDAD	MARCA	COLOR		
93	4	PLAFONES			BLANCO	BUENO	
94	4	INTERRUPTORES		LEGRAND	BLANCO	BUENO	
95	3	CAJA DE PUNTILLAS 2 1/2"	500 g	PUMA		BUENO	
96	3	CANECAS METÁLICAS	55 Gal			BUENO	
97	2	ESCRITORIOS DE MADERA				BUENO	
98	4	SILLAS PLÁSTICAS				BUENO	
99	1	SILLA METÁLICA				BUENO	
100	1	TABLERO ACRÍLICO				BUENO	
101	1	PORTAPAPELES				BUENO	
102	1	BOTIQUÍN				BUENO	
103	6	MACHETES				BUENO	
104	1	BALANZA				BUENO	
105	1	TERMÓMETRO				BUENO	
106	1	BASURERO				BUENO	
107	2	RECOGEDOR				BUENO	
108	4	BOMBILLOS AHORRADORES				BUENO	
109	2	MESAS EN ACERO INOXIDABLE				BUENO	NO SON NECESARIAS PARA LAS ACTIVIDADES

Anexo I. Inventario de insumos

INVENTARIOS DE INSUMOS							
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN				ESTADO	OBSERVACIÓN
		NOMBRE	CAPACIDAD	MARCA	COLOR		
1	8	TARROS GALONES "CREOLINA"	20 L			BUENO	UN TARRO CONTIENE SOLO LA MITAD
2	17	CAL DOLOMITA	50 Kg	DOLOMITA			
3	7	CAL AGRÍCOLA	50 Kg				
4	5 BULTOS	CISGO DE ARROZ					
5	2 BULTOS	ABONO	50 Kg	PAZ DEL RIO			
6	5 BULTOS	ABONO ZOLZO					
7	7	GRASA SPECIAL					
8	4	GRASA RODAMIENTOS	370 g	BEG	TARRO AZUL		
9	5 BULTOS	ABONO 14 30 15			BULTO NARANJA, (1) BLANCO		
10	17 BULTOS	MIEL DE PURGA		CASTILLA			
11	2	PEGANTE	1 L	PEGAL			UNO INICIADO
12	2	LUBRICANTE	3.785 L	SPEED SUPER GEAR			SIN ESPECIFICACIÓN DE VENCIMIENTO
13	4	INSECTICIDA AGRÍCOLA CLORPIRICAL	1 L	ARYSTA LIFE SCIENCE			VENCE JUNIO 2012
14	2	INSECTICIDA SISTÉMICO ROXION 40 EC	1 L	BASF			VENCE JUNIO 2012
15	2	FUNGICIDA TILT 250 EC	1 L	SYNGENTA			VENCE JUNIO 2012
16	6	REGULADOR FISIOLÓGICO HORMONAGRO	100 g	COLINAGRO			VENCE 12 ABRIL 2013
17	1	ACACIAS	1 Kg				
18		CILANTRO	500 g				
19		BROCOLI	300 g		SEMICOL		
20		CEBOLLA CABEZONA	450 g		SEMICOL		
21		ESPINACA	450 g		SEMICOL		
22		BALSO	10 g		SEMICOL		
23		ALISO	20 g		SEMICOL		
24		EUCALIPTO	40 g		SEMICOL		
25		ZANAHORIA					
26		REPOLLO	500 g		SEMICOL		
27		COLIFLOR	500 g		SEMICOL		
28		LECHUGA	500 g		SEMICOL		
29		BOLSAS DE SEMICOL SIN NOMBRE			SEMICOL		

Anexo J. Registros de tipo y cantidades entrantes de residuos a la planta de compostaje

Registros de residuos de galería

Fecha	Hora entrada	Hora salida	Tiempo de descarga	Entrada residuos a la planta (ton)	Acumulado
03/08/12	13:15	13:20	5	1,75	1,75
10/08/12	13:40	13:50	10	1,95	3,70
17/08/12	13:15	13:20	5	2,00	5,70
24/08/12	13:30	14:00	30	2,01	7,71
31/08/12	13:30	13:40	10	2,29	10,00
05/09/12	09:50	10:10	15	0,20	10,20
07/09/12	13:10	13:20	10	1,94	12,14
10/09/12	10:00	10:20	20	0,15	12,29
14/09/12	13:25	13:40	15	1,89	14,18
14/09/12	18:00	18:20	20	0,25	14,43
21/09/12	13:20	13:30	10	1,65	16,08
24/09/12	10:30	10:50	20	0,15	16,23
28/09/12	13:20	13:30	10	1,69	17,92
01/10/12	10:20	10:30	10	0,15	18,07
05/10/12	13:00	13:20	20	1,55	19,62
08/10/12	09:00	09:30	30	0,15	19,77
17/10/12	17:30	17:40	10	0,20	19,97
22/10/12	08:30	09:30	60	0,20	20,17
26/10/12	12:25	12:50	25	2,00	22,17
29/10/12	10:00	10:50	50	0,20	22,37
02/11/12	13:00	13:20	20	1,88	24,25
09/11/12	13:30	13:40	10	1,90	26,15
23/11/12	13:00	13:20	20	2,20	28,35
30/11/12	13:00	13:20	20	2,20	30,55
07/12/12	13:20	13:40	20	2,27	32,82
14/12/12	01:00	01:20	20	2,10	34,92
21/12/12	12:05	12:20	15	1,91	36,83

Registros de entrada de estiércol de caballo del Comando de Policía

Fecha	Hora entrada	Hora salida	Tiempo de descarga	Entrada residuos a la planta peso (ton)	Acumulado
01/08/2012	10:00	10:15	15	3,0	3,0
01/08/2012	11:30	11:40	10	3,0	6,0
24/09/2012	13:00	13:10	10	3,0	9,0
01/10/2012	13:10	13:20	10	4,0	13,0
01/10/2012	13:50	13:58	8	3,0	16,0
12/11/2012	12:20	12:30	10	3,0	19,0
19/11/2012	13:15	13:30	15	3,0	22,0
03/12/2012	11:00	11:10	10	3,0	25,0
10/12/2012	14:20	14:30	10	3,0	28,0

Registros de entrada de bagazo de caña de las molindas

Fecha	Hora entrada	Hora salida	Tiempo de descarga	Entrada residuos a la planta peso (ton)	Acumulado
20/08/2012	12:00	12:30	30	1	1
24/09/2012	11:30	11:55	25	1	2
17/10/2012	12:20	12:40	20	1	3
22/11/2012	14:00	14:30	30	1	4
05/12/2012	1:00	14:30	30	1	5

Registros de entrada de Contenido Ruminal del Matadero

Fecha	Hora entrada	Hora salida	Tiempo de descarga	Entrada residuos a la planta peso (ton)	Acumulado
01/08/2012	05:35	17:40	5	1,5	1,5
06/08/2012	08:45	09:00	15	1,5	3,0
08/08/2012	17:55	18:00	5	1,5	4,5
11/08/2012	15:20	15:30	10	1,5	6,0
14/08/2012	15:00	15:15	15	1,5	7,5
27/08/2012	10:00	10:20	20	2,0	9,5
03/09/2012	10:20	10:30	10	2,0	11,5
10/09/2012	10:50	11:10	20	1,5	13,0
17/09/2012	17:40	18:00	20	1,5	14,5
22/09/2012	14:30	14:45	15	1,5	16,0
25/09/2012	08:00	08:10	10	1,5	17,5
01/10/2012	09:00	09:30	30	1,5	19,0
02/10/2012	10:00	10:20	20	1,5	20,5
04/10/2012	09:00	09:20	20	1,5	22,0
08/10/2012	09:00	09:20	20	2,0	24,0
09/10/2012	08:30	08:50	20	1,0	25,0
20/10/2012	10:00	10:30	30	2,0	27,0
10/11/2012	09:00	09:20	20	2,0	29,0

Anexo K. Composición de residuos entrantes a la planta de compostaje

Fecha	Registro de residuos (Toneladas)				Cantidades porcentuales %	
	Entrantes	Separados	A Procesar	Acumulado residuos a procesar	Orgánicos	Inorgánicos
03/08/12	1,750	0,098	1,652	1,652	94,4	5,6
10/08/12	1,950	0,040	1,910	3,561	97,9	2,1
17/08/12	2,000	0,066	1,934	5,496	96,7	3,3
24/08/12	2,010	0,030	1,980	7,475	98,5	1,5
31/08/12	2,290	0,084	2,206	9,681	96,3	3,7
05/09/12	0,200	0,000	0,200	9,881	100,0	0,0
07/09/12	1,940	0,040	1,900	11,781	97,9	2,1
10/09/12	0,150	0,000	0,150	11,931	100,0	0,0
14/09/12	1,890	0,038	1,852	13,783	98,0	2,0
14/09/12	0,250	0,000	0,250	14,033	100,0	0,0
21/09/12	1,650	0,026	1,624	15,657	98,4	1,6
24/09/12	0,150	0,000	0,150	15,807	100,0	0,0
28/09/12	1,690	0,028	1,662	17,469	98,3	1,7
01/10/12	0,150	0,000	0,150	17,619	100,0	0,0
05/10/12	1,550	0,024	1,526	19,145	98,5	1,5
08/10/12	0,150	0,000	0,150	19,295	100,0	0,0
17/10/12	0,200	0,000	0,200	19,495	100,0	0,0
22/10/12	0,200	0,000	0,200	19,695	100,0	0,0
26/10/12	2,000	0,020	1,980	21,674	99,0	1,0
29/10/12	0,200	0,000	0,200	21,874	100,0	0,0
02/11/12	1,880	0,024	1,856	23,731	98,7	1,3
09/11/12	1,900	0,030	1,870	25,601	98,4	1,6
23/11/12	2,200	0,050	2,150	27,751	97,7	2,3
30/11/12	2,200	0,040	2,160	29,911	98,2	1,8
07/12/12	2,270	0,034	2,236	32,147	98,5	1,5
14/12/12	2,100	0,018	2,082	34,229	99,1	0,9
21/12/12	1,91	0,016	1,894	36,123	99,2	0,8

Anexo L. Programas del plan de aprovechamiento de residuos sólidos

**Programa 1. Adecuación de las instalaciones de trabajo**

<b>Objetivo:</b>				
Optimizar las instalaciones de tratamiento de residuos basado en la apropiada distribución de espacios y responsabilidades para el buen funcionamiento y asegurando las condiciones adecuadas para el proceso de compostaje y lombricultura, atendiendo consideraciones ambientales.				
<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
Programación de limpieza periódica de todas las instalaciones	Número de jornadas de limpieza		Registro de cumplimiento de actividades de operarios	
Inspección periódicamente para el control de higiene	Número de inspecciones realizadas	Relacionar plan de aprovechamiento con plan de acción ambiental de la planta de compostaje	Informe de cumplimiento del plan de manejo al interior de la planta	Manual de higiene y seguridad incluido en plan de manejo.
Formación de los trabajadores en los conocimientos básicos del compostaje	Número de trabajadores instruidos			
Asignación específica de actividades a los trabajadores de la planta	Numero de actividades encargada a cada trabajador		Registro de cumplimiento de actividades de operarios	
Mantener actualizado el inventario de recursos humanos, materiales y físicos de la organización.	Numero de inventarios realizados		Inventario	
Actualización periódica de la codificación asignada a maquinaria, herramientas e insumos	Numero de actualización de inventario		Inventario codificado	
Incorporar al inventario codificado bodega de ubicación de cada una de las herramientas, maquinarias e insumos en el inventario	Numero de herramienta, maquinaria o insumos en cada bodega		Inventario codificado publicado en la planta de compostaje	
Almacenamiento adecuado de los insumos químicos considerando las características de peligrosidad de los productos y sus incompatibilidades	Numero de productos calificados y ordenados		Registro de la clasificación y almacenamiento de los insumos químicos	
<b>Responsables</b>				
TÉCNICO DIRIGENTE DEL PROYECTO, OPERARIOS, PASANTES, EMPRESA CON LA QUE SE ADQUIERA CONVENIO				

## Programa 2. Separación en la fuente en plazas de mercado

<b>Objetivo:</b>				
Clasificar los residuos sólidos, por parte de los vendedores dentro de sus negocios o espacio de labores; a partir de la aplicación de capacitación continua, en busca de una amplia recolección para aprovechamiento en la planta de compostaje del Municipio de Popayán				
<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
Implementación de capacitación sobre la correcta separación en la fuente	Número de locales y personas capacitadas	Capacitar personas que no conocen sobre el tema de separación en la fuente.	Formato de capacitación diligenciado	
Identificación de personas comprometidas a realizar y entregar sus residuos separados con registro fotográfico.	Número de personas comprometidas en cada galería	Identificar la ubicación exacta de los participantes	Listado personas y fotografía de su local.	
Gestión de recursos económicos con alcaldía para la compra de los utensilios necesarios para la separación selectiva	Número de empresas que apoyan con recursos financieros el proyecto	Realizar convenios que aporten recursos para efectuar el trabajo conjunto con las plazas de mercado	Registros de recursos financieros aportado para la compra de utensilios, equipos de limpieza, y/o electrodomésticos	Voluntad política, administrativa y financiera del gobierno local
Diseño e impresión de Carteleras alusivas al tema de residuos.	Numero de carteles publicitarios			Apoyo de entidades privadas, para obtener recursos financieros y logísticos para el desarrollo del proyecto
Concursos a través de los cuales se incentive el manejo de los residuos dentro de la plazas de mercado	Número de concursos		Registros de recursos de tipo logístico para la divulgación del proyecto	
Entrega y verificación de recipientes o costales de polipropileno	Numero de recipientes entregados y /o costales		Registro de recipientes entregados a vendedores para realizar la clasificación de los residuos	Motivación de los involucrados (vendedores, administración de la plaza, supervisores y funcionarios del servicio de aseo) en temáticas ambientales y en participar en el proyecto.
Conteo y verificación en las primeras recolección de las personas que separan sus residuos.	Número de vendedores que realizan la clasificación de los residuos sólidos		Registro de vendedores que clasifican los residuos sólidos en sus negocios	
<b>Responsables</b>				
ALCALDÍA, ADMINISTRACIÓN DE LAS PLAZAS, DIRECCIÓN DE EMPRESA DE ASEO SERVIASEO, VENDEDORES ESTABLES, ESTACIONARIOS, COMERCIANTES, OPERARIOS, PASANTES Y EMPRESA CON LA QUE SE ADQUIERA CONVENIO				

### Programa 3. Recolección y transporte de residuos

<b>Objetivo:</b>				
Diseñar rutas de evacuación en pabellones, locales y calles para optimizar las fases recolección de los residuos sólidos dentro y fuera de las plazas de mercado para un adecuado transporte hasta la planta de compostaje, mitigando indirectamente la proliferación de vectores y el deterioro de la belleza estética de las plazas de mercado				
<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
Capacitaciones en temas de horarios y frecuencia de evacuación de los residuos sólidos en las plazas de mercado al personal.	Número del personal de aseo que ejecutan el horario y frecuencia del barrido y evacuación de los residuos sólidos correctamente en las plazas de mercado	Establecer personal específico para cada ruta	Registro del personal de aseo que asistieron a las capacitaciones en temas de horario y frecuencia del barrido y evacuación de los residuos sólidos en plazas de mercado	Disposición del personal de aseo para participar en las capacitaciones.
Revisión de los planos de las plazas de mercado	Numero de planos		Planos de la plaza de mercado.	Existencia de planos de las plazas de mercado o elaboración de los mismos a mano alzada
Ubicar zonas y rutas de evacuación de los residuos hasta la disposición temporal dentro de la plaza.	Numero de rutas trazadas	Trazar rutas a partir de los locales que colaboran en separación de residuos	Planos con rutas trazadas	
Establecer procedimientos relacionados al recorrido, horario y frecuencia de la evacuación de los residuos sólidos dentro de las plazas de mercado.	Numero de rutas establecidas utilizadas correctamente.	Ruta fija para cada plaza de mercado	Registro de supervisión a pabellones y calles de la plaza de mercado.	Acuerdos con la empresa de aseo, en la organización del establecimiento de rutas de evacuación, horario y frecuencia del barrido de los residuos sólidos en las plazas de mercado.
Inspección y estudio riguroso de las secciones de la plaza para establecimiento de la ruta de evacuación		Cumplimiento de ruta de recolección con una frecuencia de mínimo 3 días a la semana	Registro de inspecciones al personal de aseo para supervisar el barrido, el horario, la frecuencia del barrido y evacuación de los residuos sólidos en las diferentes secciones de la plaza de mercado	
Identificación y comunicación a los recolectores de la dirección de parqueo del vehículo recolector	Nuero de puntos para parqueo del vehículo	Ubicar el vehículo lo más cerca a al punto de acumulación temporal de los residuos	Encuesta a vendedores, para ver el impacto del establecimiento de las rutas de evacuación, el horario, el barrido y la frecuencia del barrido de los residuos sólidos en la plaza de mercado.	

### Programa 3. Recolección y transporte de residuos (Continuación)

Actividades	Indicadores	Metas	Medios de verificación	Supuestos
Establecimiento de ruta entre plazas de mercado y/o sitios generadores de residuos sólidos orgánicos	Numero de rutas de recolección	Cubrir las 5 galerías y el mercado móvil en 2 rutas distribuidas adecuadamente	Registro en formato de rutas de recolección	
<b>Responsables</b>				
TÉCNICO DIRIGENTE DEL PROYECTO, PERSONAL DE ASEO, OPERARIOS, PASANTES, ENTIDADES EDUCATIVAS Y EMPRESA PRIVADA, EMPRESA CON LA QUE SE ADQUIERA CONVENIO				

### Programa 4. Proceso de compostaje

<b>Objetivo:</b>				
Desarrollar y perfeccionar las técnicas, métodos y procedimientos que posee la planta, buscando siempre aumentar la eficiencia y rendimiento para todos los procesos.				
Actividades	Indicadores	Metas	Medios de verificación	Supuestos
Recepción y pesaje de residuos sólidos orgánicos provenientes de los sitios generadores	Cantidad (Kg) de residuos sólidos de entrada	Recolectar 10 toneladas semanales de residuos	Registro de entrada de residuos sólidos orgánicos	
Proceso selectivo de material que puede afectar el proceso de transformación o generar daños a la maquinaria	Cantidad (kg) de residuos separados		Registro en formato de cantidades entrantes a la planta	
Reducir el tamaño de los materiales para facilitar la degradación, proceso de trituración y picado	Tamaño mínimo de las partículas		Registro fotográfico	
Formación de pilas de bagazo de caña y residuos orgánicos de las plazas de mercado, y entre contenido ruminal y estiércol de caballo	Unidad de compostaje (UC)		Registro de ubicación y dimensiones de la pila en la caseta de compostaje.	
Control de humedad y relación carbono/nitrógeno.	Relación C/N y porcentaje (%) del contenido de humedad		Resultados de análisis de laboratorio respectivo	
Medición de la temperatura de los montones que permita obtener sus valores en diferentes lugares y profundidades.	Temperatura (°C)		Perfil de la variación de la temperatura durante el proceso	



**Programa 4. Proceso de compostaje (Continuación)**

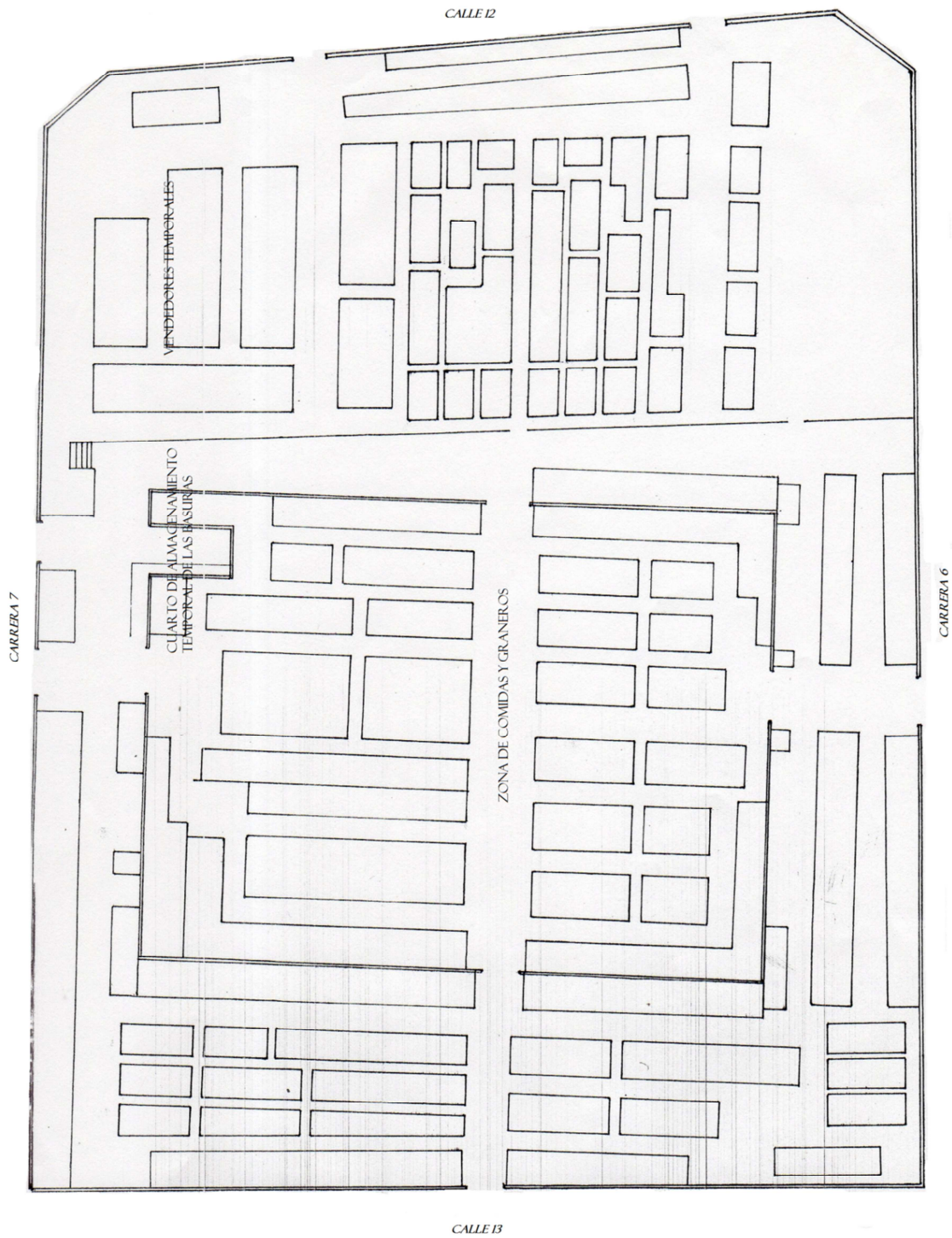
Actividades	Indicadores	Metas	Medios de verificación	Supuestos
Realización de volteos para aireación dependiendo de la temperatura	Frecuencias del numero de volteos		Registro de la frecuencia del numero de volteos Registro de cantidades y tipo de microorganismos	
Adición de microorganismos eficientes (EM) para acelerar el proceso y control de olores y patógenos	Cantidad de EM aplicado		Registro en formatos de proceso de compostaje y lombricultura	
Pesaje y traslado de la porción material procesado de las pilas de compostaje de contenido ruminal y estiércol de caballo a las camas de lombricultura	Cantidad (Kg) de material trasladado		Registro en formato de compostaje de la duración total de la etapa	
Tamizado de la pila después de la etapa de maduración	Tiempo de maduración		Etiquetado de los bultos con procedencia del abono	
Almacenamiento y empaque de los bultos de abono	Cantidad (Kg) de abono empacado	Lograr el cumplimiento de los parámetros establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).	Resultados de laboratorio de análisis fisicoquímicos	
Análisis fisicoquímico al producto final	Numero de análisis fisicoquímico			Disponibilidad de laboratorio para análisis de muestras
<b>Responsables</b>				
TÉCNICO DIRIGENTE DEL PROYECTO, OPERARIOS, PASANTES				

## Programa 5. Proceso de lombricultura

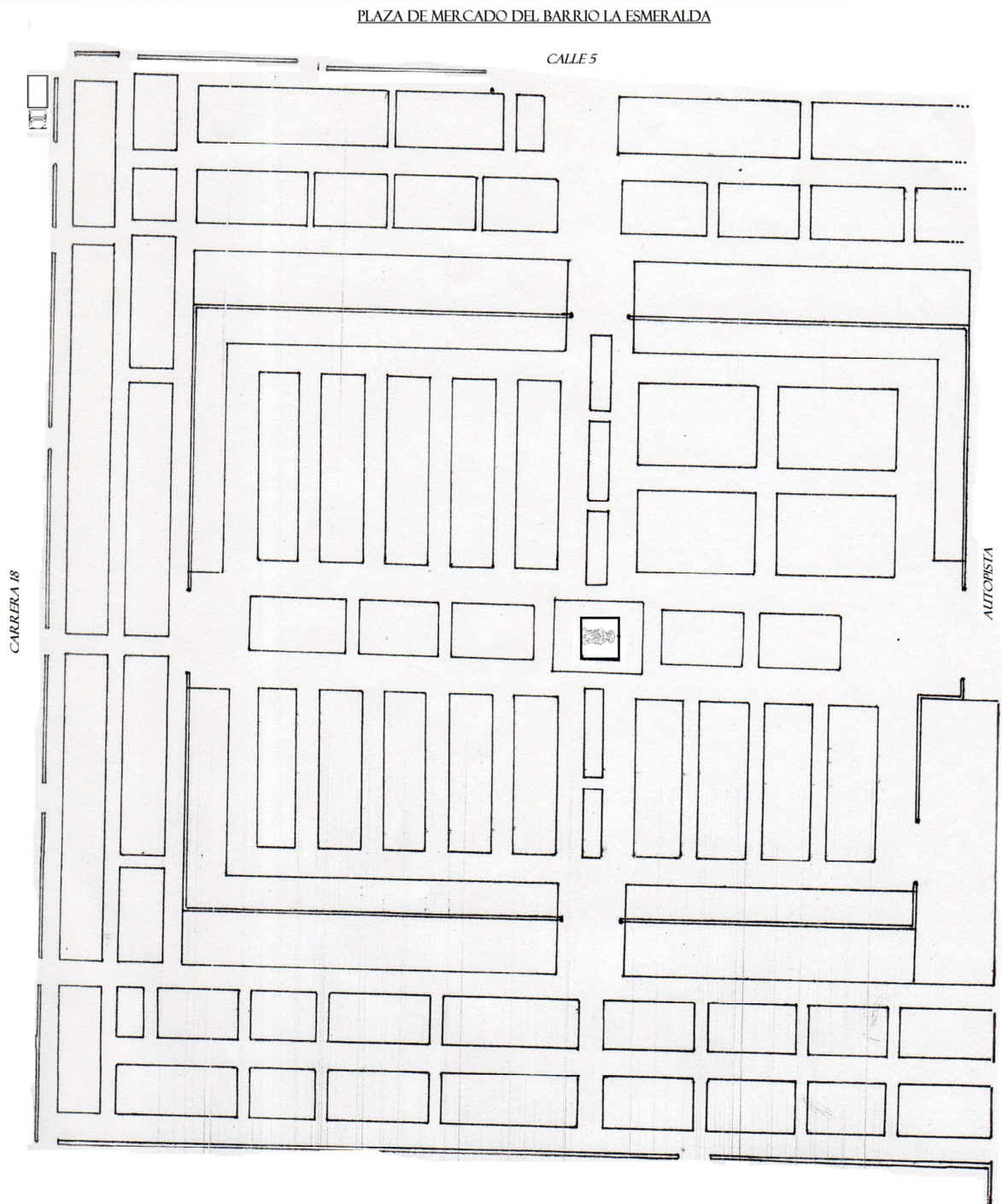
<b>Objetivo</b>				
Descomponer el material orgánico con el fin de obtener como producto humus de buena calidad a través de la utilización de la Lombriz Californiana.				
<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metas</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
Alimentación de las lombrices	Cantidad de material precompostado (Kg)		Registro de cantidad de material precompostado y ubicación de la cama	
Seguimiento y verificación de las condiciones de pH	Valores de pH		Registro en formato de control y seguimiento de las camas de lombricultura	
Seguimiento y verificación de las condiciones de humedad	Porcentaje de contenido de humedad			
Seguimiento y verificación de las condiciones temperatura	Temperatura (°C)		Registro del tiempo, seguimiento y control de la temperatura	
Riego en forma manual con aspersor	Volumen de agua (L)			
Traslado del material de una cama a otra	Cantidad de material (Kg)		Registro de la ubicación de la nueva cama en el formato de lombricultura	
La separación de las lombrices del material Procesado	Tiempo de maduración		Registro en formato de seguimiento y control de lombricultura y registro fotográfico.	
Puesta en secado del material	Tamaño de la lombriz			
Recolección adecuada de humus liquido	Volumen (L) de humus liquido recogido			
Empacado y envasado de humus liquido y seco	Cantidades obtenidas (Kg, L)		Registro total de cantidades resultantes	
Análisis fisicoquímico del producto final	Numero de análisis fisicoquímicos		Resultados de laboratorio	Disponibilidad de laboratorio para análisis de muestras
<b>Responsables</b>				
TÉCNICO DIRIGENTE DEL PROYECTO, OPERARIOS, PASANTES				

Anexo M. Plano a mano alzada de la plaza de mercado Alfonso López

PLAZA DE MERCADO ALFONSO LÓPEZ - LA 13

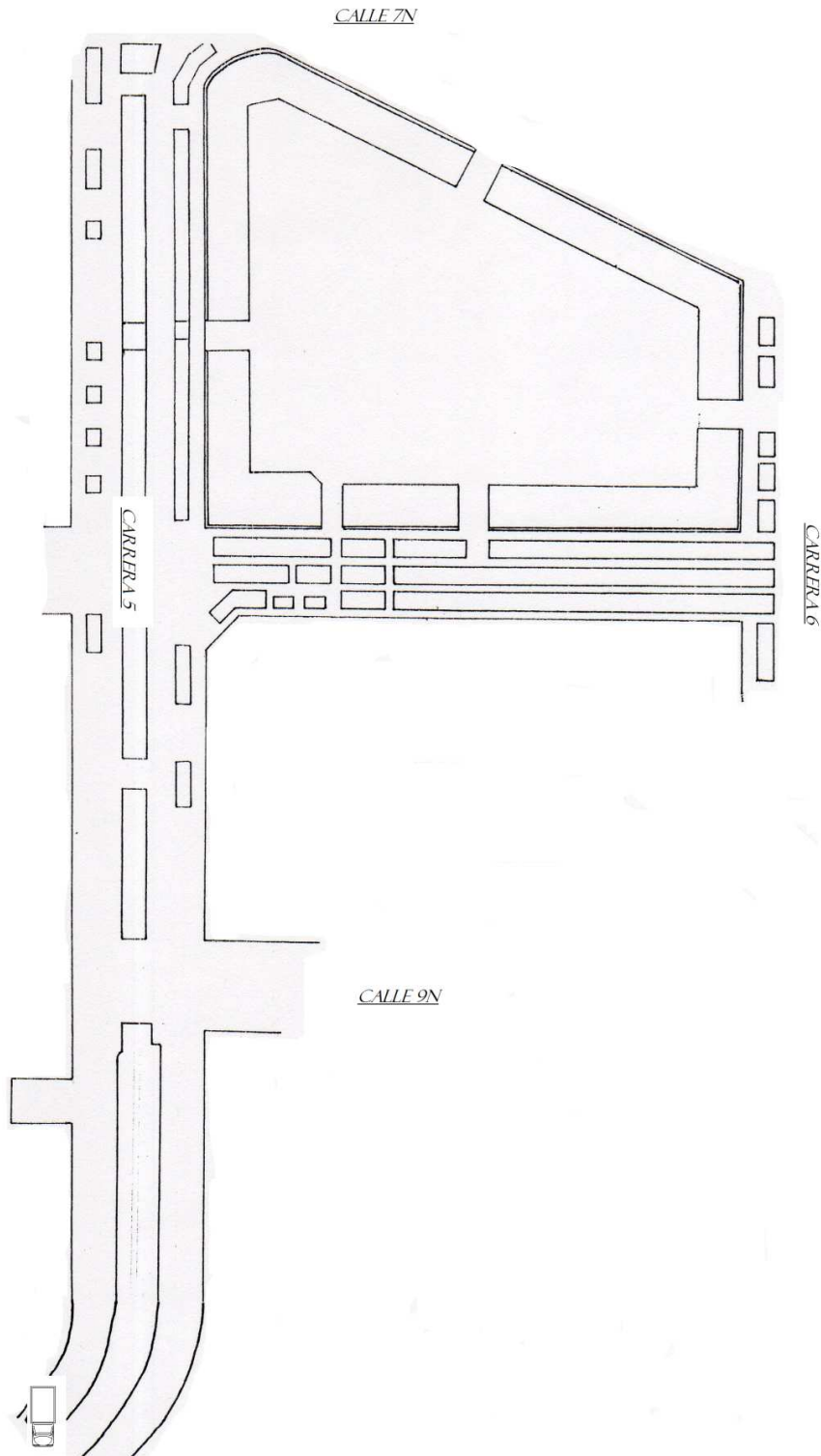


Anexo N. Plano a mano alzada de la plaza de mercado del Barrio La Esmeralda





Anexo O. Plano a mano alzada de la plaza de mercado del Barrio Bolívar  
PLAZA DE MERCADO DEL BARRIO BOLIVAR



Anexo P. Elementos incluidos en presupuesto de inversión 2012

**RUBRO:** GESTIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

**PROYECTO:** Fortalecimiento al manejo de los residuos sólidos y adecuación al vivero municipal

**CONTRATISTA (S) RESPONSABLE (S):** DIANA SALAZAR

**PRESUPUESTO DE INVERSIÓN:** \$ 63'491.001

DESCRIPCIÓN DE INSUMO(S)	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PLÁSTICO ROLLO	Rollo	1	\$ 1,228,600	\$ 1,228,600
POLISOMBRA 65% 75% NEGRA 4.20%	Rollo	1	\$ 750,000	\$ 750,000
VARILLA ROSCADA 3/8 X 3m	unidad	20	\$ 10,000	\$ 200,000
TUERCAS 8 mm	unidad	500	\$ 300	\$ 150,000
ARANDELA 3/16 UND	unidad	500	\$ 100	\$ 50,000
GUADUA POR UNIDAD	unidad	210	\$ 10,000	\$ 2,100,000
LEUCAENA KILO	kilo	3	\$ 60,000	\$ 180,000
CHACHAFRUTO BALUE LIBRA	unidad	5	\$ 30,000	\$ 150,000
EUCALIPTO LIBRA	unidad	5	\$ 250,000	\$ 1,250,000
PINO OOCARPA 1g	gramo	250	\$ 2,000	\$ 500,000
GUAYACAN DE MANIZALES LIBRA	unidad	1	\$ 100,000	\$ 100,000
URAPAN KILO	kilo	2	\$ 100,000	\$ 200,000
ESPUMA 1/8 LAMINA	unidad	300	\$ 5,000	\$ 1,500,000
SURTIDOR 1/2" CON ESTACA WELLDONE	unidad	4	\$ 10,000	\$ 40,000
TABLA DE MADERA 3m Largo x 20cm Ancho	unidad	300	\$ 8,600	\$ 2,580,000
PLASTICO NEGRO 8*7*50 ROLLO	Rollo	2	\$ 434,200	\$ 868,400
PUNTILLA 3" CAJA	unidad	10	\$ 3,500	\$ 35,000
MELAZA BTO 30Kg	bulto	30	\$ 25,000	\$ 750,000
LEVADURA LIBRA	unidad	120	\$ 9,000	\$ 1,080,000
LOMBRIZ CALIFORNIANA KILO	unidad	20	\$ 9,300	\$ 186,000
ALAMBRE GALVANIZADO No.14 Kg	kilo	100	\$ 4,500	\$ 450,000
CAL VIVA BTO 50Kg	bulto	20	\$ 25,000	\$ 500,000
CANECA MULTIUSOS 50 L	unidad	100	\$ 30,000	\$ 3,000,000
ALCOHOL 3800 CC INDUST CANA YILOP	unidad	3	\$ 25,000	\$ 75,000
ALAMBRE GALVANIZADO No.10 Kg	kilo	5	\$ 5,000	\$ 25,000
CEMENTO GRIS BULTO	bulto	20	\$ 30,800	\$ 616,000
HOJA DE ETERNIT x 2m	unidad	56	\$ 28,300	\$ 1,584,800
INMUNIZANTE C SEMIOS 3800mL	unidad	1	\$ 20,000	\$ 20,000
AMARRA x UNIDAD	unidad	100	\$ 150	\$ 15,000
LADRILLO UND	unidad	2000	\$ 400	\$ 800,000
ARENA LIMPIA PARA PEGA m	metro	8	\$ 65,000	\$ 520,000
VARILLA CORRUGADA 1/2" x 6m	unidad	40	\$ 6,000	\$ 240,000
ALAMBRE DULCE KILO	kilo	10	\$ 5,000	\$ 50,000
HIERRO DE 1/4" KILO	kilo	60	\$ 4,000	\$ 240,000
PUNTILLA 4" CAJA	unidad	2	\$ 4,500	\$ 9,000
PUNTILLA 3" CAJA	unidad	4	\$ 2,500	\$ 10,000
PUNTILLA 2 1/2" CAJA	unidad	4	\$ 2,500	\$ 10,000
ESTUCO LISTO BULTO 25Kg	bulto	3	\$ 30,000	\$ 90,000
RODILLO DE FELPA PARA PINTAR	unidad	4	\$ 5,000	\$ 20,000

DESCRIPCIÓN DE INSUMO(S)	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
BROCHA	unidad	4	\$ 9,000	\$ 36,000
TOMACORRIENTE DOBLE	unidad	7	\$ 5,000	\$ 35,000
APAGADOR DOBLE SOBREPONER	unidad	7	\$ 5,000	\$ 35,000
PLAFONES	unidad	15	\$ 3,000	\$ 45,000
MOTOAZADA DEK DIESEL 2VEL+1REV 9.9HP	unidad	1	\$ 7,403,700	\$ 7,403,700
TRAILER PARA MOTOAZADAS	unidad	1	\$ 2,131,600	\$ 2,131,600
MOLINO JM #1 8 MARTILLOS+MOTOR+BANDA	unidad	1	\$ 3,500,000	\$ 3,500,000
MANILA RAFIA 13mm M	metro	200	\$ 900	\$ 180,000
GRAPA 1 1/4 x 1000 g	unidad	2	\$ 5,000	\$ 10,000
CABALLETE AC ETERNIT UND	unidad	14	\$ 12,000	\$ 168,000
TELERA 6m	unidad	20	\$ 15,000	\$ 300,000
TRITURADO x m	metro	3	\$ 75,000	\$ 225,000
LIJA x PLIEGO	unidad	15	\$ 3,000	\$ 45,000
TABLA CEPILLADA	unidad	30	\$ 12,000	\$ 360,000
PINTURA DE AGUA x CUNETE COLOR ZAPOTE	unidad	1	\$ 55,000	\$ 55,000
CABLE # 10 METRO	metro	100	\$ 3,750	\$ 375,000
CABLE # 14 METRO	metro	100	\$ 4,750	\$ 475,000
BOMBILLO AHORRADOR	unidad	10	\$ 10,000	\$ 100,000
PUERTAS DE MADERA	unidad	5	\$ 200,000	\$ 1,000,000
ESPINACA HIB 424 LIBRA	unidad	2	\$ 50,000	\$ 100,000
COLIFLOR SNOWALL LIBRA	unidad	2	\$ 80,000	\$ 160,000
BRICOLI CALABRESE LATA x LIBRA	unidad	2	\$ 60,000	\$ 120,000
PEPINO POINSET LIBRA	unidad	2	\$ 60,000	\$ 120,000
CEBOLLA LARGA LIBRA	unidad	2	\$ 85,000	\$ 170,000
CEBOLLA RED BERMUDA LIBRA	unidad	4	\$ 85,000	\$ 340,000
APIO TALL UTAH LIBRA	unidad	2	\$ 100,000	\$ 200,000
ACELGA PENCA B LIBRA	unidad	5	\$ 30,000	\$ 150,000
ZANAHORIA CHANTENAY LIBRA	unidad	3	\$ 50,000	\$ 150,000
PIMENTON C WONDER LIBRA	unidad	3	\$ 95,000	\$ 285,000
CILANTRO DE CASTILLA LIBRA	unidad	20	\$ 10,000	\$ 200,000
PLANTULA DE AGUACATE	unidad	10	\$ 15,000	\$ 150,000
MANZANILLA 0.3 GRAMOS	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
MEJORANA SOBRE X 0.3 GRAMOS	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
TOMILLO 0.3 GRAMOS COMUN DE VERANO	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
ROMERO SOBRE 0.5 GRAMOS	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
HINOJO 0.3 GRAMOS FERCON	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
ALBAHACA 0.1 GRAMOS FERCON FINA VERDE	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
MENTA SOBRE 0.3 GRAMOS	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
RUDA SOBRE 0.3 GRAMOS FERCON	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
ENELDO OFICIAL 1 GRAMO	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
OREGANO 0.3 GRAMOS	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
HIERBA BUENA SOBRE 0.2 GRAMOS	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
GIRASOL DOMINIO AMARILLO 1 GRAMO	unidad	25	\$ 4,000	\$ 100,000
CLAVEL DE POETA X 0.6 GRAMOS	unidad	15	\$ 4,000	\$ 60,000
MARGARITA 0.5 GRAMOS AFRICANA BLANCO PURO	unidad	15	\$ 4,000	\$ 60,000

DESCRIPCIÓN DE INSUMO(S)	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PENSAMIENTO 0.3 GRAMOS GIG VARIADO FERCON	unidad	10	\$ 4,000	\$ 40,000
PETUNIA HIBRIDA MULTICOLOR 2 GRAMOS	unidad	5	\$ 4,000	\$ 20,000
DALIA X 5 GRAMOS	gramo	25	\$ 4,000	\$ 100,000
ASTER ARCO IRIS MEZCLA 5 GRAMOS	unidad	30	\$ 4,000	\$ 120,000
GITANA MEZCLA ARCO IRIS 3 GRAMOS FERCON	unidad	30	\$ 4,000	\$ 120,000
VERBENA DE FLOR GRANDE MAZCLA 6685	unidad	30	\$ 4,000	\$ 120,000
BANDEJA SEMILLA 200	unidad	200	\$ 7,000	\$ 1,400,000
BANDEJA SEMILLA 128	unidad	100	\$ 7,000	\$ 700,000
TURBA KLASSMAN AZUL BULTO	bulto	20	\$ 130,000	\$ 2,600,000
CASCO DE SEGURIDAD COLORES	unidad	15	\$ 15,000	\$ 225,000
GUANTE DE NITRILLO VERDE	unidad	5	\$ 10,000	\$ 50,000
RESPIRADOR WELDON QUÍMICO SENCILLO	unidad	3	\$ 20,000	\$ 60,000
BOTA "LA MACHA" ALTA	unidad	5	\$ 30,000	\$ 150,000
PALA REDONDA # 2 AGROTEK	unidad	5	\$ 10,000	\$ 50,000
CABO DE MADERA PALA-PALIN	unidad	5	\$ 5,000	\$ 25,000
RASTRILLO METÁLICO 12 DIENTES JEN	unidad	5	\$ 10,000	\$ 50,000
CABO DE MADERA RASTRILLO	unidad	5	\$ 5,000	\$ 25,000
LORSBAN DP 1 KG (CLORPYRIFOS)	kilo	20	\$ 5,000	\$ 100,000
ATTA KILL X 250 GAMOS	unidad	10	\$ 10,000	\$ 100,000
CINTA ENGOM ROLLO X 60X24 AMARILLO-INALMET	Rollo	1	\$ 50,000	\$ 50,000
CINTA ENGOM ROLLO X 60X24 AZUL-INALMET	Rollo	1	\$ 50,000	\$ 50,000
BIONEEM 1000 CC (DA)	litro	10	\$ 50,000	\$ 500,000
BACILLUS AGROGEN WP X LIBRA	unidad	10	\$ 35,000	\$ 350,000
BIODERMA 300 GRAMOS (DA)	unidad	5	\$ 120,000	\$ 600,000
BIORHIZIUM 500 GRAMOS	unidad	5	\$ 50,000	\$ 250,000
LLANTA PARA BOOGIE	unidad	10	\$ 30,000	\$ 300,000
MICROASPERSON ESTACA Y MANGUERA WELDONE	unidad	20	\$ 5,000	\$ 100,000
HUMUS LIQUIDO S.RAFAEL 4 LITROS	galón	10	\$ 50,000	\$ 500,000
IRRICOL INICIO 25 KG	bulto	5	\$ 180,000	\$ 900,000
IRRICOL VEGETATIVO 25 KG	bulto	5	\$ 170,000	\$ 850,000
EMPAQUE DE POLIPROPILENO	unidad	1000	\$ 800	\$ 800,000
CRECER 500 KILO (SOLUAGRO)	kilo	50	\$ 8,000	\$ 400,000
				\$ 53,822,100