

**PASANTIA DE APOYO EN EL PROCESO DE FORMULACION E
IMPLEMENTACION DEL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS (PGIRS) EN EL MUNICIPIO DE CAJIBIO**

WILLIAM ANDRES GALVIS SARRIA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYAN
2006**

**PASANTIA DE APOYO EN EL PROCESO DE FORMULACION E
IMPLEMENTACION DEL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS (PGIRS) EN EL MUNICIPIO DE CAJIBIO**

WILLIAM ANDRES GALVIS SARRIA

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental

**Directora
Mag. MARIA ELENA CASTRO
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
POPAYAN
2006**

El proyecto de grado titulado “**PASANTIA DE APOYO EN EL PROCESO DE FORMULACION E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS) EN EL MUNICIPIO DE CAJIBIO**”, presentado por el estudiante William Andrés Galvis Sarria, en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Ambiental fue _____ en Popayán el día _____ del mes de _____ de 200____.

ING. MARIA ELENA CASTRO
DIRECTORA

ING. GUILLERMO CHAUX
JURADO – EVALUADOR

ECOLOGO WILSON BETANCOURT
JURADO – EVALUADOR

Popayán, Diciembre 18 de 2006

Señores

BIBLIOTECA GENERAL

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Ciudad

Estimados señores:

Autorizo a los usuarios interesados, consultar y reproducir (parcial o totalmente) el contenido del trabajo de grado titulado "**PASANTIA DE APOYO EN EL PROCESO DE FORMULACION E IMPLEMENTACION DEL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS) EN EL MUNICIPIO DE CAJIBIO**", presentado por el estudiante William Andrés Galvis Sarria, como requisito para optar el título de Ingeniero Ambiental, en el año de 2006, siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

WILLIAM ANDRES GALVIS SARRIA

C.C. 76331181

A mis padres
William y Ana Malfy con todo mi amor.

A mis hermanos.

A mis familiares y amigos.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

MARIA ELENA CASTRO, Ingeniera Civil y directora del trabajo de grado por su orientación durante el desarrollo del trabajo.

GUILLERMO CHAUX, evaluador del trabajo de grado, por sus observaciones y apoyo.

WILSON BETANCOURT, evaluador del trabajo de grado, por sus observaciones y apoyo.

PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA, por sus orientaciones y apoyo.

MARTHA CECILIA DIAZ, por su colaboración durante el proceso, su compañía y su apoyo para poder realizar este proyecto.

LA COMUNIDAD DEL MUNICIPIO DE CAJIBIO EN GENERAL, por su colaboración en la realización de las encuestas y muestreos.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	16
1 OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2 MARCO REFERENCIAL.....	19
3 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CAJIBÍO	31
3.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	31
3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN	32
3.3 DIVISION POLÍTICA.....	32
3.4 ESTRUCTURACION DE LA ADMINISTRACION MUNICIPAL	33
3.5 DEMOGRAFIA	34
3.6 EDUCACION	34
3.7 SALUD.....	35
3.7.1 Mortalidad.	35
3.7.2 Morbilidad.	36
3.8 TRANSPORTE Y CONECTIVIDAD	36
3.8.1 Transporte desde la cabecera..	36
3.8.2 Transporte rural. s.....	37
3.9 SERVICIOS PUBLICOS	38
3.9.1 Descripción general del servicio de acueducto en el Municipio.	38
3.9.2 Sistema de alcantarillado.	38
3.9.3 Sistema de alcantarillado en la cabecera municipal.....	39
3.9.4 Sistema de alcantarillado en el Rosario.	39
3.9.4.1 Sistema de alcantarillado en el Carmelo.....	39

3.9.4.2	Sistema de alcantarillado en los centros poblados de La Venta, la Pedregosa, la Capilla, Casas Bajas.	40
3.9.5	Servicio de energía eléctrica.	40
3.9.6	Servicio de telefonía.	40
3.10	DIMENSION ECONOMICA	41
3.10.1	Economía en el contexto Regional y Municipal.	41
3.11	CLIMATOLOGIA.	44
4	PRESTACION DEL SERVICIO DE ASEO	45
4.1	EN LA CABECERA MUNICIPAL.	45
4.2	EN LA ZONA RURAL.	47
5	METODOLOGÍA.	48
5.1	CARACTERIZACION FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	48
5.1.1	Tamaño de la muestra.	49
5.1.2	Selección de viviendas.	51
5.1.3	Recolección de las muestras.	51
5.1.4	Pesaje y separación de los residuos sólidos.	52
5.1.5	Procedimiento para el cálculo de la producción per. Cápita.	52
5.2	CARACTERIZACION FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PLAZA DE MERCADO	54
5.3	MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EN LOS CENTROS POBLADOS	55
5.4	TALLERES DE SENSIBILIZACION, EDUCACION Y PARTICIPACION COMUNITARIA	56
5.5	FORMULACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO	57
6	RESULTADOS Y DISCUSION.	58

6.1	CARACTERIZACION FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	58
6.1.1	Cálculo de la producción per. Cápita.-	58
6.1.2	Composición de los residuos sólidos domiciliarios.	74
6.2	COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PLAZA DE MERCADO	77
6.3	MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EN LOS CENTROS POBLADOS	78
6.3.1	Manejo de residuos sólidos en la cabecera municipal.	78
6.3.2	Manejo de residuos sólidos en los centros poblados.....	81
6.3.3	Botadero del Carmelo.	83
6.3.4	Botadero del Rosario.	84
6.3.5	Botaderos rurales.....	84
6.4	DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL.....	84
6.5	TALLERES DE SENSIBILIZACION, EDUCACION Y PARTICIPACION COMUNITARIA	87
	PARTICIPANTES Y EXPECTATIVAS	90
6.5.1	Primera fase.....	92
6.5.1.1	Presentación del problema.	92
6.5.2	Segunda fase.....	95
6.5.3	Tercera fase	95
6.5.4	Cuarta fase	95
6.5.4.1	Presentación del SSE integrado a la GIRS.....	96
6.5.4.2	Aplicación de la metodología (TPHAS).....	98
6.5.5	Evaluación del taller por los participantes.	101
	7. FORMULACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO ..	102
7.1	PROYECCIONES.....	102

7.2	IDENTIFICACION DE COMPONENTES DEL SERVICIO DE ASEO COMO BASE PARA LA FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	110
7.2.1	Componente I	111
7.2.2	Componente II.	111
7.2.3	Componente III.	111
7.3	FORMULACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS.....	112
7.3.1	Análisis de prefactibilidad.....	112
7.3.2	Análisis de viabilidad técnica y económica de la lombricultura..	125
7.3.3	Características de la oferta.	126
7.3.4	Características de la demanda.	128
7.3.4.1	Inversiones mínimas.....	131
7.3.4.1.1	Costos de inversión.....	131
7.3.4.1.2	Costos de funcionamiento.....	134
7.3.4.2	Flujo de fondos.	137
7.3.5	Análisis de viabilidad técnica y económica del compostaje	138
7.3.5.1	Características de la oferta.	138
7.3.5.2	Características de la demanda.	138
7.3.5.3	Inversiones mínimas.....	139
7.3.5.3.1	Costos de inversión.	139
7.3.5.3.2	Costos de funcionamiento.....	141
7.3.5.4	Flujo de fondos.	141
7.3.6	Viabilidad legal del Compost y la Lombricultura	142
7.3.7	Viabilidad ambiental del Compost y la Lombricultura.	145
7.3.8	Viabilidad social del Compost y la Lombricultura.	145
8	CONCLUSIONES.....	147
9	RECOMENDACIONES	151
	BIBLIOGRAFIA.....	154
	ANEXOS.....	156

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Vectores y enfermedades asociados al manejo y tratamiento inadecuado de los residuos sólidos.....	20
Tabla 2. Estructura de personal de la Administración Municipal.....	33
Tabla 3. Climatología del municipio - sitio de disposición final	44
Tabla 4. aparecen registrados los pesos de los residuos sólidos domiciliarios	58
Tabla 5. Orden de la producción per. Cápita	62
Tabla 6. Intervalo de sospecha.....	63
Tabla 7. Calculo final de la ppc.....	64
Tabla 8. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes	69
Tabla 9. Generación de residuos sólidos municipales per Cápita en ciudades con 500.000 a 2 millones de habitantes	70
Tabla 10. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con menos de 500.000 habitantes.....	71
Tabla 11. Producción per cápita por rangos de población, 1995	73
Tabla 12. Composición de los residuos sólidos urbanos en la Cabecera Municipal de Cajibío y en los países en vías de desarrollo.....	75
Tabla 13. Datos de caracterización de la plaza de mercado de la cabecera municipal.....	77
Tabla 14 Descripción de los participantes	90
Tabla 15. Expectativa de los participantes por grupo	91
Tabla 16. Fases, pasos y actividades de la metodología TPHAS.....	99
Tabla 17. Proyección anual de basuras.....	103

Tabla 18. Proyección producción de materia orgánica domiciliaria	104
Tabla 19. Proyección de producción de vidrio	105
Tabla 20. Proyección producción metal - chatarra.....	106
Tabla 21. Proyección producción de cartón.....	107
Tabla 22. Proyección producción de plástico.....	108
Tabla 23. Proyección materia orgánica de la plaza de mercado.....	109
Tabla 24. Proyección materia orgánica total.....	110
Tabla 25. Construcción de alternativas.....	112
Tabla 26. Ingresos por comercialización de residuos sólidos orgánicos sin procesamiento - 2006	114
Tabla 27. Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos sin procesamiento- 2006	114
Tabla 28. Diferencia de ingresos menos costos aprovechamiento – 2006	115
Tabla 29. Ingresos por comercialización de residuos sólidos orgánicos con procesamiento – 2006	116
Tabla 30. Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos con procesamiento – 2006	116
Tabla 31. Diferencia de ingresos menos costos de aprovechamiento - 2006.....	117
Tabla 32. Ingresos por comercialización de residuos sólidos inorgánicos.....	118
Tabla 33. Costos de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos - 2006 ..	119
Tabla 34. Diferencia de ingresos menos costos aprovechamiento - 2006.....	120
Tabla 35. Costos de disposición de basuras sin aprovechamiento.....	122
Tabla 36 Costos de disposición de basuras con aprovechamiento	123
Tabla 37. Calificación de Alternativas.....	124
Tabla 38. Valoración de alternativas.....	125

Tabla 39. Proyección producción de humus	127
Tabla 40. Ingresos totales anuales	130
Tabla 41. Costos de instalaciones	133
Tabla 42. Costos de equipos	134
Tabla 43. Costo de personal	135
Tabla 44. Insumos y equipos	136
Tabla 45. Indicadores de evaluación económica	137
Tabla 46. Ingresos totales anuales	139
Tabla 47. Costos de instalación	141
Tabla 48. Indicadores de evaluación económica	142

LISTA DE GRAFICAS

	Pág
Grafica 1. Estructura económica del Municipio de Cajibío.....	44
Gráfica 2. Mapa de usos del suelo.....	44
Gráfica 3. Tipos de clima.....	46
Gráfica 4. Variación de la ppc preliminar.....	61
Gráfica 5. Variación de la ppc final.....	67
Gráfica 6. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios.....	77
Gráfica 7. Composición física de los residuos sólidos de la plaza de mercado....	79

INTRODUCCION

El ser humano apareció tardíamente en la historia de la tierra, pero ha sido capaz de modificar el ambiente con sus actividades. Aunque los primeros humanos vivieron en una aparente armonía con el entorno, y mientras las poblaciones humanas siguieron siendo pequeñas y su tecnología modesta, su impacto sobre el ambiente fue solamente local. No obstante, al ir creciendo la población, mejorando y aumentando la tecnología, aparecieron problemas más significativos y generalizados, como la explosión demográfica, el efecto invernadero, agujero de la capa de Ozono, la lluvia ácida, contaminación, incremento y manejo inadecuado de residuos sólidos, entre otros. Fue con la Revolución Industrial cuando los seres humanos empezaron realmente a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

El ambiente se convirtió en una cuestión de importancia internacional en 1972, cuando se celebró en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, a esta le sucedieron, las cumbres de: Río de Janeiro (1992), del milenio (2000) y Johannesburgo (2002), que tenían como meta fundamental lograr que el tema ambiental se convirtiera en la columna vertebral del desarrollo para transformar los estilos y políticas sectoriales y económicas, salvaguardando la integridad ecológica del planeta y dando un mayor contenido social y de equidad global al desarrollo.

Dentro de los temas que guardan relación con la problemática ambiental y que en los últimos años ha tomado fuerza en los programas de protección del ambiente a nivel mundial y en Colombia, se encuentran la gestión de los residuos sólidos. Esta gestión integrada es el término aplicado a todas las actividades asociadas

con el manejo de los diversos flujos de residuos dentro de la sociedad y su meta básica es administrarlos de tal forma que sean compatibles con el ambiente y la salud pública, además de promover su valorización y aprovechamiento.

El incremento en la generación de residuos sólidos en los municipios y su inadecuado manejo se constituyen en un serio problema para la salud y el ambiente. Ante esta problemática el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial cumpliendo el rol propio de sus funciones como entidad territorial, expide las políticas que deben aplicar los municipios y las autoridades ambientales en materia del manejo y la disposición final de residuos sólidos; es así como nace la Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

Los objetivos de la política están ubicados en el marco del desarrollo sostenible y se apoyan en tres fundamentos: "...la minimización del impacto ambiental negativo que causan los residuos, el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad en general, así como de las condiciones sociales, de quienes intervienen en las actividades relacionadas con la gestión de los residuos". Además esta política contempla la implantación de la gestión integrada de residuos sólidos, y su planificación que como tal consta de una gran variedad de elementos, acciones y prácticas administrativas, que se complementan entre sí y que permiten manejar con seguridad y eficiencia los diversos flujos que componen los residuos sólidos.

El proceso de planificación de la gestión de los residuos sólidos a nivel municipal es de gran relevancia para mejorar la problemática actual. Es por tanto, indispensable que se establezcan los lineamientos básicos para que, a este nivel, se pueda adelantar la formulación y ejecución de los planes municipales, en forma que permitan administrar los diversos flujos de los residuos de acuerdo con las condiciones locales.

Los fundamentos de la Política para la Gestión de Residuos Sólidos en el país están contenidos principalmente en la Constitución Política, la Ley 9ª de 1979, la Ley 99 de 1993, la Ley 142 de 1994, y reglamentarias a estas normas se emiten en el Decreto 1713 de 2002, en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos y la Resolución 1045 de septiembre de 2003, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de los Residuos Sólidos – PGIRS, en el país.

La Universidad del Cauca, se integró al proceso de formulación del PGIRS para el Municipio de Cajibío, a través de un estudiante del Programa de Ingeniería Ambiental, para dar cumplimiento a lo establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El presente documento reporta el trabajo realizado en la pasantía, donde se llevó a cabo entre otras actividades la caracterización y diagnóstico de los residuos sólidos, base para la formulación del plan. Una vez formulado este, se desarrolló la socialización, propiciando así la articulación entre el sector público, privado y la sociedad civil, cuya responsabilidad parte de esta administración y debe ser un compromiso de las administraciones futuras, enmarcado en el principio de continuidad de la planificación, con el fin de asegurar la ejecución de los programas, proyectos y actividades incluidos en el marco del PGIRS, para lo cual cada una de las entidades comprometidas propenderán por su cumplimiento en aras de contribuir a la restauración y preservación del ambiente y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos del Municipio de Cajibío.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar el proceso de diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos domésticos y provenientes de la plaza de mercado, en el Municipio de Cajibío, como base para la formulación e implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Hacer la caracterización física de los residuos sólidos domésticos producidos en el casco urbano y la plaza de mercado del Municipio de Cajibío.

Cuantificar los residuos sólidos aprovechables del casco urbano del Municipio de Cajibío.

Conocer el manejo actual de los residuos sólidos domésticos en la Cabecera Municipal y en los centros poblados del Carmelo, La Venta, La Capilla y El Rosario ubicados en el área rural de Cajibío.

Llevar a cabo jornadas de socialización de los resultados obtenidos en el trabajo de pasantía, en forma de talleres de sensibilización, educación y participación comunitaria.

Formular y evaluar alternativas de aprovechamiento y manejo de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos e identificar la tecnología más apropiada para el tratamiento de los mismos, teniendo en cuenta su viabilidad técnica, económica, financiera, legal, ambiental y social.

2 MARCO REFERENCIAL

El manejo inadecuado de los residuos sólidos afecta significativamente el bienestar y la salud de las poblaciones colombianas. Los riesgos de contraer enfermedades o de producir impactos ambientales adversos varían considerablemente en cada una de las etapas por las que atraviesan los residuos sólidos. La generación y almacenamiento inadecuado de residuos sólidos en el hogar puede acarrear la proliferación de vectores y microorganismos patógenos, así como olores desagradables.

El almacenamiento y/o disposición inadecuada de residuos sólidos en la vía o espacios públicos perjudica el entorno y propicia la reproducción de moscas, cucarachas y otros vectores que transmiten enfermedades infecciosas o causan molestias, como alergias o incremento de diarreas por la contaminación del agua de consumo y alimentos.

El transporte inadecuado de los residuos sólidos se puede convertir en un medio de dispersión de las basuras al entorno y eventualmente podría causar accidentes ocupacionales.

La disposición no controlada de residuos sólidos contamina el suelo, agua superficial y subterránea y la atmósfera, y compromete directamente la salud de los manipuladores de residuos sólidos y de la población en general.

A continuación en la Tabla 1 se presentan algunos vectores y enfermedades relacionadas con el manejo inadecuado de los residuos sólidos.

Tabla 1. Vectores y enfermedades asociados al manejo y tratamientos inadecuados de los residuos sólidos

Vector	Mosca	Cucaracha	Mosquito	Rata
Enfermedad	Cólera Fiebre tifoidea Salmonellosis Disentería Diarreas	Fiebre tifoidea Gastroenteritis Diarreas Lepra Intoxicación ali- menticia	Malaria Fiebre amarilla Dengue Encefalitis vírica	Peste bubónica Típus murino Leptospirosis Diarreas Disenterías Rabia

Fuente: Jaramillo Pérez, Jorge Alberto. Residuos sólidos municipales; guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washington, D.C., OPS. 1991.

Por otra parte la disposición final en rellenos sanitarios y botaderos a cielo abierto, o sencillamente mediante quemas y enterramiento sin control, se presentan como el principal problema del manejo de los residuos sólidos en los Municipios con poblaciones menores de 5000 habitantes, por ser estos, fuente de contaminación del suelo, agua superficial y subterránea y la atmósfera, y compromete directamente la salud de poblaciones pequeñas y rurales, donde se estima que cerca de 13000 toneladas de residuos sólidos por día, son descargadas a cuerpos superficiales de aguas y botaderos a cielo abierto, y tan solo el 9% de los Municipios cuentan con sistemas de disposición adecuados. (12)

Estos problemas requieren de un manejo completo y adecuado, por tanto es necesario acogerse a los principios de la Política de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, la cual tiene como objetivo principal la disminución de residuos y el aprovechamiento de los mismos para minimizar los efectos adversos.

En Colombia, el marco normativo vigente, de la Política de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, ha sido desarrollado por el Ministerio de Salud, el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico. Estas entidades han promovido en las últimas tres décadas, a partir de la expedición del Decreto 2811 de 1974, mejor conocido como Código Nacional de Recursos Naturales

Renovables y de Protección al Ambiente, el adecuado almacenamiento, recolección y disposición de los Residuos Sólidos Urbanos.

La normatividad desarrollada por el Ministerio de Salud se concreta en la **Ley 09 de 1979** conocida como Código Sanitario Nacional, que dicta medidas de orden sanitario que complementan la regulación del ambiente y manejo de los recursos naturales, mediante el establecimiento de un ordenamiento jurídico único en tres áreas claramente definidas: Saneamiento Ambiental, Atención a las Personas y Vigilancia y Control Sanitarios.

La **Ley 142 de 1994** o Ley de Servicios Públicos Domiciliarios del Ministerio de Desarrollo Económico, establece el régimen del servicio público domiciliario de aseo. El objeto de esta Ley es propender por la prestación eficiente de estos servicios, para lo cual fija normas que aseguran su prestación continua e ininterrumpida, incentiva la participación del sector privado para garantizar la libre competencia y establece un régimen tarifario basado en el criterio de eficiencia.

Como parte del desarrollo normativo de esta Ley se expide el **Decreto 605 de 1996**, que contiene las normas sobre características y calidad de la prestación del servicio de aseo: almacenamiento y presentación de los residuos (recipientes retornables y desechables), establecimiento de macro rutas y micro rutas para la recolección, características de los vehículos transportadores de basura y pasos a seguir para la realización de barrido y limpieza de áreas públicas, plantea la posibilidad de establecer estaciones de transferencia y las pautas legales a seguir para ello.

El marco técnico general aplicable al sector de agua potable y saneamiento básico se establece en la **Resolución 1096 de 2000**. Este es un reglamento que define para las diferentes obras del sector las especificaciones técnicas para su diseño, construcción y operación.

La **Ley 388 de 1997**, Ley de ordenamiento territorial, la cual plantea que el ordenamiento del territorio local se ejerce mediante la acción urbanística de las entidades distritales y municipales. Como acciones urbanísticas con respecto a los residuos sólidos, pueden definirse: Localizar y señalar las características de la infraestructura para el transporte, los servicios públicos domiciliarios, la disposición y tratamiento de los residuos sólidos.

Por otro lado, la **Ley 99 de 1993** crea el Ministerio del Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA). En esta Ley se establece la licencia ambiental como obligatoria para la ejecución de obras o desarrollo de cualquier actividad que pueda producir deterioro grave al ambiente o introducir modificaciones notorias al paisaje; bajo este marco normativo el manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos está incluido dentro del tipo de actividades que requiere el trámite de la licencia ambiental ante la autoridad competente.

Según el **Decreto 1753 de 1994**, el cual reglamenta las licencias ambientales, es competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales otorgar la licencia ambiental para la construcción y operación de sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos y residuos industriales, domésticos y peligrosos, que adelanten las entidades territoriales bajo su jurisdicción.

Finalmente, debido a la necesidad de contar con una política ambiental que fundamentara la promulgación de una nueva normatividad nacional en el campo de los residuos sólidos, el Ministerio de Ambiente preparó el documento de **Política para el Manejo Integral de los residuos Sólidos**, aprobado en Agosto de 1997 por el Consejo Nacional Ambiental. De esta forma la dirección de agua potable y saneamiento básico y ambiental, impulsa esta política, a través de la asistencia técnica necesaria para la formulación y desarrollo de los PGIRS y el desarrollo normativo para su aprovechamiento, a través del Reglamento Técnico

de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) Título F, este documento fija los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al Sector de Saneamiento Básico y sus actividades complementarias, señaladas en el artículo 14, y la Ley 142 de 1994, que adelanten las entidades prestadoras de los servicios públicos municipales de aseo(13).

Por consiguiente es rol de los municipios aplicar la normatividad que para el caso expidan la Nación y las autoridades ambientales; formular e implementar los planes de gestión integral de residuos sólidos municipales; asignar recursos para la ejecución de proyectos destinados a la adecuada disposición de residuos sólidos; garantizar la sostenibilidad técnica, ambiental, institucional y social en el manejo de la disposición final de residuos sólidos; gestionar proyectos que optimicen las economías de escala mediante proyectos regionales; fomentar el desarrollo empresarial del sector para garantizar la eficiencia y la calidad del servicio. (14)

El PGIRS es un instrumento de planificación compuesto por un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, y actividades, para la prestación del servicio de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. Está reglamentado por los Decretos 1713 de 2002, 1140 de 2003, 1505 de 2003 y las Resoluciones 1045 de 2003 y 477 de 2004.

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como “la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación o disposición final de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas”. (1)

De acuerdo con este concepto se hace necesario considerar, y conocer que pasa en cada una de las etapas por las que atraviesan los residuos sólidos.

En la generación de los residuos sólidos domésticos, la cantidad y características de estos dependen principalmente de los hábitos de consumo y de la actividad productiva que eventualmente desarrolle cada familia (por ejemplo, crianza de animales domésticos, jardinería, agricultura en pequeña escala, etc.). La producción de residuos sólidos se puede medir en valores unitarios como kilogramos de residuos sólidos por habitante y por día, kilogramos por tonelada de cosecha o kilogramos por número de animales por día, esto es lo que se conoce como producción per cápita (ppc).

Con relación a la producción de residuos sólidos domésticos en ciudades pequeñas y zonas rurales, se considera que cada habitante puede producir 0,1 a 0,4 kg/hab-día, incluso hasta 0,8 kg/hab-día. Se han registrado valores altos de producción per cápita en zonas rurales donde las familias crían animales en la vivienda y las calles no son pavimentadas. (6)

Además de los valores de ppc, que permiten estimar la producción total de residuos domiciliarios en determinada zona, es necesario conocer la composición física de los mismos, parámetro importante a la hora de tomar decisiones para mejorar o diseñar el sistema de limpieza pública, y determinar de manera inmediata las alternativas de solución hacia el manejo y disposición final de estos residuos.

En términos generales para Colombia los resultados obtenidos en los diferentes estudios de composición destacan un alto porcentaje de materia orgánica putrescible, (52 a 82%), contenidos moderados de papel y cartón (8 a 18%), plástico y caucho (3 a 14%) y vidrio y cerámica (3 a 8%). (1)

Para el cálculo de estos parámetros, en cuanto a ppc, se establece la proporción entre la cantidad total de residuos que se recoge y la población atendida, o bien se calcula la proporción entre la cantidad total de residuos que se vierte al botadero o relleno sanitario y la población total atendida. En cuanto a la composición de los residuos sólidos deben clasificarse según lo recomendado por la Norma RAS título F, como: Residuos de comida y jardín, Productos de papel, Productos de cartón, Plástico, Caucho y cuero, Textiles, Madera, Productos metálicos, Vidrio, Productos cerámicos, ceniza, rocas y escombros, Huesos, Otros.

Respecto al almacenamiento de los residuos sólidos, en el hogar se conoce que se realiza en recipientes con tapa. (6)

En cuanto a recolección y transporte La recolección tiene por objetivo evacuar los residuos sólidos fuera de la vivienda u otra fuente de producción de desechos a fin de centralizarlos en un punto de transferencia, reciclaje o disposición final. La recolección de residuos sólidos en ciudades pequeñas y poblados rurales se lleva acabo principalmente en motorizados de pequeña y mediana capacidad (1,5 y 2,5 toneladas respectiva-mente). La frecuencia de recolección varía de día por medio a una vez por semana, la ruta debe ser simple, con trazos rectos y deberá terminar lo más cerca al lugar de disposición final, generalmente se ajusta mediante el método ensayo-error. (6)

La distancia hacia el lugar de tratamiento o disposición final incide en el tipo de vehículo que se debe emplear y el número de vehículos.

La disposición final en rellenos sanitarios es la práctica más común y aceptada y permite disponer los distintos tipos de residuos que se encuentran en las ciudades pequeñas y poblados rurales. Este método se puede aplicar en ciudades grandes y hasta en pequeños bloques de viviendas o familias individuales. El relleno sanitario consiste en el enterramiento ordenado y sistemático de los residuos

sólidos compactados en el menor espacio posible a fin de minimizar los potenciales impactos negativos en la salud y ambiente.

Los lotes para la disposición final de los residuos sólidos son cada vez más difíciles de conseguir debido a que deben cumplir una serie de requisitos que es necesario verificar.

El lote adecuado para el relleno no tiene que ser necesariamente uno de los que posee la municipalidad, si no que cumpla con las especificaciones requeridas para su uso, en cuanto a ubicación, topografía, tipo de suelo, protección para los recursos naturales, distancia de la zona urbana, etc.

La selección del terreno ha marcado en muchas ocasiones la diferencia entre una solución adecuada y un monumental problema; a raíz de esto se han reconocido formas futuras de solución al problema de la disposición final de los residuos sólidos que ya empezaron en el mundo y en Colombia. Algunas de tales formas son la reutilización y el reciclaje. Las ventajas ambientales de estas resultan indiscutibles; sin embargo, los proyectos de reutilización y reciclaje deben considerar el aspecto de sostenibilidad económica para garantizar que sus beneficios sean permanentes. Antes de iniciar un proyecto de reutilización y reciclaje es conveniente evaluar aspectos, como: volumen y tipo de residuo sólido, tecnología a utilizar, costos de inversión inicial, operación y mantenimiento del sistema, transporte, uso y demanda de los productos obtenidos, precio de los productos, entre otros (6)

Además, es necesario promover la prevención, minimización y mejoramiento del aprovechamiento de los residuos generados por el sector productivo, a través de los mecanismos de Producción más Limpia, como estrategias a mediano plazo, y será necesario trabajar no solo con el sector productivo sino también con el sector comercial y con la comunidad. Para ello será necesario:

- Desarrollo de incentivos económicos.
- Desarrollo de incentivos para la generación y disposición de los residuos.
- Desarrollo de Regulación que facilite la gestión.
- Realización de capacitación por sectores.
- Fortalecimiento de autoridades ambientales para ejercer control.

En regiones rurales como en la zona de estudio se conoce que no existen muchas posibilidades de reciclar residuos sólidos inorgánicos, debido a la escasa demanda por parte de la industria, dificultades en el transporte y el bajo contenido de materiales inorgánicos reciclables en los residuos sólidos, factores que limitan el reciclaje en estas zonas. (9)

En caso de ser factible, el reciclaje y disposición final en zonas rurales se recomienda que se realice en el mismo predio o cerca de la vivienda porque es común encontrar espacio suficiente para ello y de esta manera, se evitan gastos y esfuerzos innecesarios de transporte y disposición final. Además teniendo en cuenta que la materia orgánica constituye un alto porcentaje de los residuos sólidos generados en Colombia (1), es posible implementar alternativas de aprovechamiento de residuos orgánicos tales como: biogeneración, compost aerobio y lombricultura.

Referente a la *biogeneración*, No se tienen experiencias aún. Su aplicación en ciudades intermedias y grandes, debe darse en el marco de un plan municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS).

Al analizar parámetros legales, institucionales, financieros, técnicos y ambientales; se puede considerar que en países como España existen normativas sobre la generación eléctrica con energías renovables, residuos y cogeneración, lo cual

favorece su viabilidad económica y al mismo tiempo contribuye al mejoramiento del ambiente.

Es necesario estudiar la posibilidad de implantación, dentro del análisis de alternativas, en un estudio de factibilidad para poblaciones mayores de 60.000 habitantes debido a la complejidad del proceso y a la utilización de personal especializado. Podría utilizarse en grupos de municipios pequeños pero que puedan lograr una estructura similar (6)

En cuanto al *compost aerobio*, se tienen amplias experiencias con este tratamiento, en EEUU y Brasil (Río de Janeiro, Sao Paulo), México y Colombia (Cali), entre otros. En España, las basuras urbanas que se tratan en las plantas de compostaje llegan a 11% de todos los residuos sólidos urbanos (RSU) españoles. (1)

En Colombia a nivel de los municipios se está iniciando su aplicación, ha predominado a menor escala en microempresas, no obstante son conocidas, entre otras, la planta de compostaje de la ciudad de Cali (Cavasa), en El Playón (Santander), Silvia (Cauca), Morales (Cauca), Montebello (Antioquia) y Guasca (Cundinamarca). (1)

Al analizar parámetros legales, institucionales, financieros, técnicos y ambientales, se puede concluir que este proceso puede llegar a ser parcialmente competitivo, aún cuando utilicen una tecnología avanzada. Según las tendencias actuales con respecto al tratamiento de los RSU, este método no aparece dentro de las prioridades, sus dificultades se ubican en la comercialización del producto en algunas regiones del país y la cultura predominante que estimula el uso de fertilizantes y agroquímicos artificiales producidos por multinacionales. No obstante, a escala menor, en pequeñas localidades puede resultar económica, técnica y ambientalmente viable. Cabría realizar estudios técnicos enfocados a

determinar su aceptación masiva, acorde con las condiciones de localidad y las de los mismos residuos.

Respecto a la *lombricultura*, en Nicaragua, este país trabaja en ello desde hace siete años, además del componente de la promoción de la lombricultura, para la producción del humus de lombrices, también incluye, la creación de viveros, hortalizas (tomate, cebolla, rábano, zanahoria, remolacha) con el fin de que las familias incorporen estos productos a la dieta diaria.

En Colombia en este momento se encuentran desarrollando varios proyectos de evaluación de la producción de abono orgánico a través de la lombriz roja californiana para el aprovechamiento de los residuos agropecuarios. (1)

Al considerar la factibilidad de implementar la lombricultura como tecnología, es importante considerar que cuando se mezclan los residuos orgánicos, con residuos no biodegradables, como vidrios, metales, pilas, zapatos viejos, textiles y plásticos, se produce más contaminación, por tanto separando los residuos orgánicos de los inorgánicos en los hogares se puede tomar los residuos orgánicos generados en cocinas, plazas de mercado, entre otros, para producir abono orgánico, humus o lombriabono, aplicando técnicamente la lombricultura doméstica. Con este lombriabono, posteriormente, se pueden fertilizar los suelos de pequeñas huertas caseras o comunitarias.

Mediante este sencillo procedimiento no solamente se destruyen millones de microorganismos presentes en estos residuos, que son causantes de enfermedades; sino que también se contribuye a reducir significativamente el volumen de residuos sólidos que salen de los hogares. En cuanto al nivel de complejidad, se recomienda para poblaciones pequeñas por disponibilidad de área y se requiere una adecuada separación de los residuos para evitar contaminación. El cultivo de lombrices como alternativa de abono está ganando terreno en

diferentes partes del mundo, un ejemplo de proyecto es "Agricultura orgánica y sostenible para productores y comunidades en Masatepe (Nicaragua)" en donde para la primera etapa se utilizaron 69,000 dólares y en la extensión de los seis meses ya se han aprobado 23,000 dólares más. Este abono se utiliza en los cultivos de plátanos, café, trigo, frijol y maíz. (1)

3 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CAJIBÍO

La información que aquí se presenta se tomó y seleccionó en gran parte del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), elaborado por el grupo de consultores “CONSULDESA” y la Administración Municipal en Diciembre del 2002.

3.1 RESEÑA HISTÓRICA

Cajibío fue fundado en el año de 1560 por CARLOS VELASCO Y VALENZUELA Y ÁLVARO PAZ. A la llegada de los españoles al territorio de los indígenas Cajibío, pertenecientes a la etnia Páez estos ocupaban la margen del río del mismo nombre, los cuales tenían conocimiento sobre cerámica y orfebrería. En referencia a su organización social los indígenas eran dependientes del cacique Paniquita y a la vez todos reconocían al cacique Puben que residía en Popayán.

En la época de la colonia Cajibío fue encomendado a Don Ignacio Lucas de Velasco y su padre, para el año de 1569 se entrega como encomienda a la real corona Española que posteriormente se le asigna en 1586 al capitán Álvaro Páez, pero debido al abuso de los encomenderos contra los indígenas, se extingue por cedula Real número 1721. Ya en 1811 este territorio forma parte de Tunía. El Municipio en ese entonces se encontraba localizado en las riberas del río Cajibío; más tarde para el año de 1827 fue trasladado a su sitio actual a causa del terremoto que lo destruyó.

Posteriormente desde 1852 aparece incorporado a la provincia de Popayán y finalmente en 1853 pasa al cantón de Pitayó.

Durante la guerra de 1860 fueron destruidos los archivos de este Municipio. El terremoto de 1983 semidestruyó la población; su iglesia y las viviendas construidas en estilo colonial que ocupaban la plaza principal, fueron reconstruidos gracias al apoyo de la Corporación Antioquia Presente.

3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y LOCALIZACIÓN

El municipio de Cajibío se encuentra en el Altiplano de Popayán, sobre las coordenadas 2°37' de latitud norte y 76°34' de longitud occidental, a una altura de 1756 metros sobre el nivel del mar.

Cajibío limita la **norte** con los municipios de Morales y Piendamó, al **sur** con los municipios de Popayán y Totoró, hacia el **occidente** con el Municipio del Tambo y al **oriente** con el Municipio de Silvia. La Cabecera Municipal se encuentra a una distancia de 24 Km respecto a la capital del Departamento. Este territorio hace parte del sistema montañoso de los Andes, el cual se encuentra ubicado entre las vertientes Oriental y Occidental de las cordilleras Occidental y Central respectivamente, haciendo parte de la región alta de la gran Cuenca del río Cauca que lo atraviesa de Sur a Norte por su margen izquierda paralelamente a la vía Panamericana.

3.3 DIVISION POLÍTICA

Según la división política referenciada en el PBOT, Cajibío esta compuesta por 12 corregimientos y un total de 126 veredas.

El presente trabajo se desarrolló, además de en la Cabecera Municipal, en los corregimientos de Casas Bajas, La Venta, La Capilla, el Carmelo y el Rosario.

Es importante considerar que los principales centros poblados son el Rosario y el Carmelo, debido principalmente a que aquí se desarrollan actividades importantes en agricultura (producción de café y maíz) y en la industria panelera; también se destacan por sus mercados los días lunes, donde confluyen habitantes de corregimientos aledaños.

3.4 ESTRUCTURACION DE LA ADMINISTRACION MUNICIPAL

Actualmente la Administración Municipal de Cajibío cuenta con la siguiente planta de personal; ver Tabla 2

Tabla 2. Estructura de personal de la Administración Municipal

DEPENDENCIA	Función principal	Personal
Despacho del alcalde	Autoridad política, jefatura de la administración local y representación legal. Ley 136 de 1994 y 311 de la Constitución Política Nacional	Alcalde Asistente Administrativo Secretaria Conductor
Secretaría de gobierno	Asesorar al alcalde en el aspecto legal. Ejecución de las políticas de orden público. Manejo de personal.	Secretaria de Gobierno Secretaria auxiliar.
Tesorería	Recaudador de impuestos municipales. Pagador de todo tipo de inversiones o gastos administrativos.	Tesorero Secretario Recaudador Impuestos.
Personería municipal	Control administrativo	Personero Secretario
Unidad municipal de asistencia técnica y agropecuaria (Umata)	Asistencia técnica agropecuaria.	Director, Auxiliar de Proyectos.
Planeación municipal	Planificación económica, social, física, ambiental e institucional.	Secretario de Planeación, Ingeniero
Núcleo educativo	Planeación, programación y coordinación de la educación básica primaria a nivel municipal. Apoyo a programas regionales.	Director de núcleo Coordinador Secretaria
Planeación y obras públicas	Asesoría en la Formulación y presentación de proyectos. Control físico y financiero de proyectos de inversión Revisión y presentación del presupuesto de gastos e inversión Asistencia Técnica.	Secretario de Planeación Ingeniero de Planeación Ingeniero de Obras Públicas

Fuente: Secretaría De Planeación

3.5 DEMOGRAFIA

Cajibío cuenta actualmente con 38.587 habitantes aproximadamente (SISBEN – 2001), con igualdad de proporción en cuanto a género; los cuales residen en 9.207 núcleos familiares y habitan en 6.845 viviendas, con 9 de cada 10 Cajibianos viviendo en la zona rural. La población rural ocupa el 85.62% del total de población que equivale a 33.039 personas, y la población urbana ocupa el 14.38% restante que equivale a 3.513 personas. La composición étnica la conforman mestizos, negros e indígenas distribuidos de la siguiente manera: la población mestiza alcanza un 71.39% del total de población equivalente a 27.546 personas, la población negra alcanza un 25,42% del total equivalente a 9.941 personas (asentados en 40 veredas en las cuales representan mas del 60% de la población en cada vereda), la población indígena ocupa el 2.85% restante equivalentes a 1.100 personas de las etnias Páez y Guambianos, asentados en las veredas de Guayabal, el Rosario, la Capilla, Piayú y el Cofre.

3.6 EDUCACION

El Municipio cuenta con 99 escuelas, 97 ubicadas en la zona rural y 2 en la zona urbana, además cuenta con 4 colegios agropecuarios, 3 ubicados en la zona rural y un colegio comercial en la zona urbana. Estos últimos cubren el 79,36% de la población estudiantil. Además existen 3 centros de educación de adultos en primaria y dos para secundaria, también existe un centro de educación secundaria con el sistema de aprendizaje tutorial SAT.

El municipio con la infraestructura existente, en el año 2002 presta sus servicios a 5948 estudiantes en el nivel preescolar, básico primario, básico secundario y media vocacional, de los cuales 276 estudian en colegios privados; en la zona urbana (Cabecera de Cajibío) se atiende a 619 estudiantes y en la zona rural a 5053 estudiantes.

3.7 SALUD

El Municipio de Cajibío cuenta en la actualidad con el Hospital San Juan Bautista nivel I, está ubicado en la cabecera municipal, el cual ofrece los servicios de consulta externa, urgencias, hospitalización, laboratorio clínico, odontología, atención de partos y programas de promoción nivel 1: planificación, hipertensión arterial, vacunación, control prenatal, enfermedades de transmisión sexual, tuberculosis, citologías, crecimiento y desarrollo, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.

La atención en salud de la zona rural la realizan las auxiliares de enfermería, con la intervención del médico que asiste una vez a la semana y apoyado con las brigadas de salud.

En Cajibío acceden a la prestación del servicio de salud el 33.65% de sus habitantes incluyendo campesinos mestizos, negros e indígenas y están por fuera de régimen subsidiado y contributivo el 67.35% para el año 2002.

3.7.1 Mortalidad.- Según estadísticas del hospital de Cajibío, las causas de mortalidad obedecen a situaciones en orden de prioridad como: Signos, síntomas y estados morbosos mal definidos, homicidios y lesiones personales, otras formas de enfermedades del corazón, enteritis y otras enfermedades diarreicas y neumonías entre las principales causas.

3.7.2 Morbilidad.- Las primeras causas de consultas médicas para todos los grupos de edad en el Municipio, atendidas por el Hospital en el año 2001, fueron Infecciones respiratorias agudas, enfermedades de la piel y del tejido celular subcutáneo.

3.8 TRANSPORTE Y CONECTIVIDAD

El Municipio de Cajibío está conectado a todas las vías intermunicipales de la región Cauca, y a la vía internacional o vía panamericana que comunica con el resto del país.

La cabecera municipal de Cajibío se encuentra a una distancia de 28 Km Por vía terrestre de la capital del Departamento del Cauca(Popayán), con un tiempo de recorrido de 45 minutos, el estado de la vía actualmente es bueno (todo pavimentado). Al norte a una distancia de 12 Km queda Piendamó, con un tiempo de recorrido de 12 minutos, la vía es catalogada como buena (todo pavimentado); también al norte está localizada la localidad de Morales a una distancia de 30 Km, y a 30 minutos de la Cabecera Municipal, el estado de la vía es buena (todo pavimentado). Al sur, se comunica con la Cabecera Municipal de Totoró, a una distancia de 30 km, y a un tiempo de 30 minutos, se considera que el estado de la vía es bueno (todo pavimentado).

3.8.1 Transporte desde la cabecera.- El transporte desde la cabecera municipal a la capital del departamento se realiza en 24 camperos y 1 colectivo, y tienen un horario desde 6 a.m. hasta las 5:00 p.m. Igualmente se cuenta con el servicio de 28 motocicletas que hacen el recorrido desde la cabecera hasta la vía panamericana en el sector conocido como El Cairo.

Vía Arteria. Como vías arterias se tiene: la carrera segunda y tercera, las cuales comunican con la vía que se dirige al Cairo, La calle quinta en sentido occidente conduce al corregimiento El Carmelo y en sentido oriente al municipio de Piendamó, y la carrera quinta que permite la comunicación con el corregimiento La Pedregosa. Se tienen tramos de calle en pavimento rígido, que presentan fallas de tipo estructural debido a su uso e intemperismo, con algún grado de deterioro. Las calles en pavimento flexible presentan buen estado.

Vías Secundarias. Carrera 1, que conduce a la hacienda Chayani, Calles séptima, sexta, cuarta y tercera.

Vía Peatonal. En la zona urbana se encuentra la vía que conduce al cementerio y la vía que comunica con el centro recreativo por el lado del hospital.

3.8.2 Transporte rural.- El transporte a la zona rural se limita a los buses escalera que salen por la mañana y regresan en la tarde y los camperos que esporádicamente realizan viajes a las veredas.

Particularmente en el centro poblado del Rosario, hay transporte diario a Popayán, salen tres chivas en horas de la mañana y regresan en horas de la tarde.

Para el Carmelo, hay transporte diario a Popayán, salen chivas de martes a viernes en horas de la mañana y se regresan desde el medio día. El día sábado salen vehículos para piendamó, desde la plaza central.

Una parte de la red vial del municipio es utilizada por la Empresa Cartón Colombia en el arrastre de madera en camiones doble troque que hacen su recorrido por vías como son el Carmelo- Primavera, La unión- La venta, La Cohetera, Potrerito, Casa Bajas, y pasan por la cabecera municipal continuando a Cali por la vía San José - La Laguna- el Túnel y la vía Panamericana.

Las producciones de café, panela y otros productos en menor escala son sacadas hacia Popayán y Piendamó en buses escalera o camiones de eje sencillo y camionetas.

El transporte de la producción de espárragos y flores se hace en tractomulas o furgones utilizando la vía Cajibío - El Cairo.

La población ubicada en la cordillera realiza sus actividades de transporte de bienes de producción y consumo en un alto porcentaje por el Municipio de El Tambo y en un bajo porcentaje por el Recuerdo Bajo y Dinde, por medio de bestias o mulas.

3.9 SERVICIOS PUBLICOS

El Municipio cuenta con los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y aseo, todos son administrados por el Municipio y la comunidad. A continuación se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

3.9.1 Descripción general del servicio de acueducto en el Municipio.- A nivel general el Municipio cuenta con 27 acueductos, dos con planta de tratamiento, el resto funcionan como tanques de almacenamiento de agua que se ubican en el nacimiento de quebradas o ríos que fueron construidos por la misma comunidad y no brindan la cobertura para todas las viviendas. De 6845 viviendas existentes en el municipio, 2957 viviendas reciben el servicio de los 27 acueductos existentes, es decir la cobertura del servicio en el municipio es de 43,19% del total de las viviendas, lo cual significa que a un 56,81% de las viviendas no les llega agua por medio de tubería o no tiene el servicio, estas viviendas, se abastecen de quebradas y aljibes (PBOT – 2002).

3.9.2 Sistema de alcantarillado.- Solo cuentan con sistemas de alcantarillado, la zona urbana de la cabecera y de los centros poblados del Rosario y El Carmelo, los otros corregimientos con una población y número de viviendas representativa

como La Pedregosa, La Venta, La Capilla, Casas Bajas y El Túnel, no tienen sistema de alcantarillado, y como alternativa poseen sistemas o soluciones individuales (PBOT – 2002).

3.9.3 Sistema de alcantarillado en la cabecera municipal.- En este sistema se atienden 430 viviendas de las 462 existentes, esto representa el 95% de la cobertura, el 5% restante utiliza pozos sépticos. El sistema cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con un sistema de tratamiento con filtros anaeróbicos, (sistemas construidos por medio de la CRC) (PBOT – 2002).

3.9.4 Sistema de alcantarillado en el Rosario.- El Sistema de alcantarillado del centro poblado, no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). La cobertura del servicio abarca 32 viviendas (52,4%), el resto de viviendas que representan el 47,6%, no reciben el servicio, y para efectos de cubrir el servicio, el 27,86% tiene pozos sépticos, es decir 17 viviendas, el 14,75% tienen letrina (9 viviendas), y el 4,9% lo hacen a campo abierto (3 viviendas), ocasionando problemas de salubridad especialmente en el sector rural (PBOT – 2002).

3.9.4.1 Sistema de alcantarillado en el Carmelo.- El Sistema de alcantarillado del centro poblado, no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). La cobertura del servicio abarca la gran parte de las viviendas del centro poblado (65,3%), el resto de viviendas que representan el 34,7%, no reciben el servicio, el 16,7% tiene pozos sépticos, es decir 25 viviendas, el 8% tienen letrina (12 viviendas), y el 10% lo hacen a campo abierto (15 viviendas) (PBOT – 2002).

3.9.4.2 Sistema de alcantarillado en los centros poblados de La Venta, la Pedregosa, la Capilla, Casas Bajas.- Dichos poblados, tienen acueducto, pero no tienen ningún sistema de alcantarillado que les permita realizar la conducción de residuos líquidos. En estos poblados el 36,14% de las viviendas tiene baterías sanitarias, conectadas al alcantarillado o pozo Séptico, el 5,62% tiene letrinas y el 56,24% lo hace a campo abierto, indicando que el 61,86% de las viviendas carecen de baterías sanitarias (PBOT – 2002)

3.9.5 Servicio de energía eléctrica.- En Cajibío el servicio de energía lo presta la empresa de CEDELCA con una cobertura total del 63,75% llevando el servicio a 4364 usuarios; la cobertura en el sector urbano es del 100% brindando el servicio a 462 viviendas y además en el sector rural del 61,19%, pero no se brinda su prestación a los corregimientos de la cordillera (Dinde, Cháux, Ortega). La capacidad instalada es de 194 transformadores con potencia desde 10 KVA hasta 150 KVA, distribuidos en todas las veredas con servicio, cubriendo distribución total de potencia en todo el municipio de 4655KVA.

3.9.6 Servicio de telefonía.- En el municipio el servicio de telecomunicaciones lo presta TELECOM de manera pública y privada (líneas directas). Considerando como público el servicio al cual se tiene acceso a través de una cabina ubicada en las cabeceras corregimentales y la municipal, y COMPARTEL con teléfonos públicos que funcionan con sistema de tarjetas prepagadas. Es una empresa mixta, en la que el estado posee el 99% de las acciones a través del Ministerio de Hacienda y el 1% lo maneja Audiovisuales, ECOPEPETROL, Teveandina y Ecogas.

3.10 DIMENSION ECONOMICA

Las actividades agropecuarias son la base productiva y principal fuente de empleo e ingresos de la población. La actividad agrícola ha logrado introducir niveles aceptables de tecnificación en los cultivos de café, caña de azúcar, flores y espárragos; en donde el café y la caña panelera son los dos renglones que proporcionan mas fuentes de empleo e ingresos, absorbiendo un 30 % y 13% de las personas en edad de trabajar respectivamente.

La actividad pecuaria presenta en el proceso de cría de ganado vacuno y producción de leche un desarrollo incipiente en el municipio, excepto casos aislados donde algunos productores se han dedicado a esta actividad.

En Cajibío 4 de cada 10 personas aptas para el trabajo se ocupan por cuenta propia o carecen de empleo.

3.10.1 Economía en el contexto Regional y Municipal.- El municipio de Cajibío representa para la economía del Departamento del Cauca una zona de gran importancia por su ubicación estratégica en el corredor central entre las ciudades de Popayán y Cali que facilita la salida y posterior comercialización de gran parte de los excedentes de la producción agropecuaria de la zona y por la fertilidad y bondad de sus tierras que permiten la explotación de diversos cultivos como: el café, la caña panelera, el fique, flores, por las empresas Falcon Farms y Aranjues - filial de Flores del Cauca; espárragos, por las empresas Espárragos Chayani y la Compañía Agrícola de Espárragos, la comercialización de espárragos y flores se realiza a nivel nacional e internacional la ruta de transporte es. Cajibío – Aeropuertos de Cali o Bogotá – Estados Unidos y Europa, los demás productos tienen demanda en el Departamento del Cauca y en el resto del País. madera y la explotación pecuaria, especialmente de especies menores, por las empresas Agricca, avícola Villa Sonia, avícola de Cajibío; explotación ganadera por la empresa Agricca, que aparte de la comercialización de leche, elaboran productos

lácteos y explotación forestal por la empresa Smurfit-Cartón de Colombia. En general todas estas empresas participan en la generación de empleo del municipio absorbiendo mano de obra no calificada en los sectores rural y urbano.

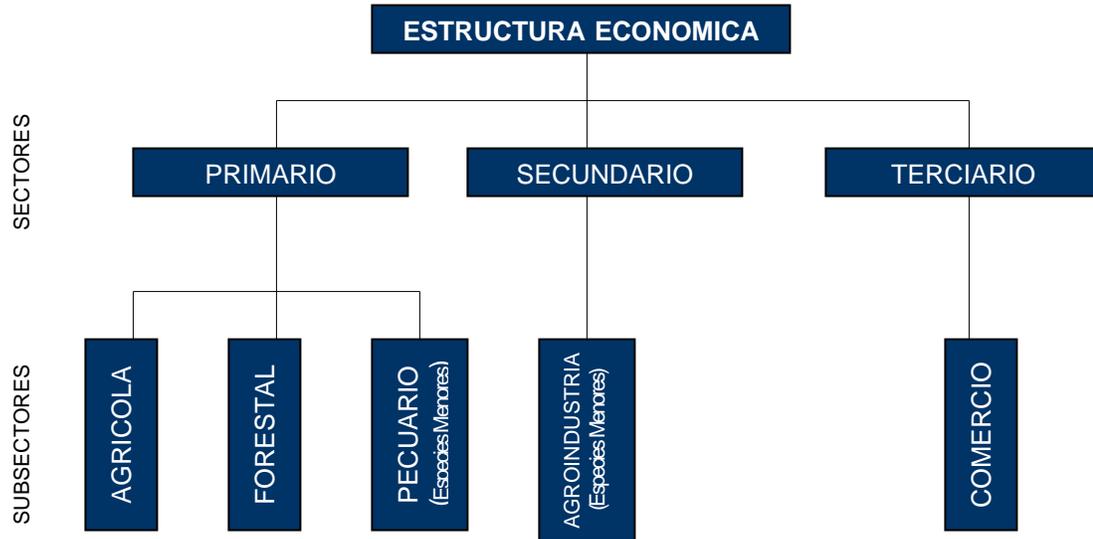
De esta manera el Municipio de Cajibío hace parte importante de la oferta agropecuaria del Departamento y se convierte así en un abastecedor de alimentos para otras regiones del país, aunque en los últimos tiempos la producción ha descendido sigue solventando gran parte de las familias caucanas y nacionales.

La economía en el contexto Departamental responde en gran medida del subsector agrícola, a pesar de que en los últimos años ha presentado descensos significativos por falta de incentivos al productor. Para los años de 1997,1998, 1999 el área promedio sembrada en el municipio era del 42.77% y la producción promedio en estos mismos periodos fue de 15.000 Ton. En el Departamento la producción promedio en estos periodos fue de 91.700 Ton, lo que muestra que históricamente el Municipio participa de forma importante en la economía del contexto regional.

En el contexto Municipal la economía se mueve dentro del mismo y en algunos casos se encadena con los Municipios vecinos u otras ciudades capitales, para la mayoría de los campesinos, el mercadeo local depende y se dinamiza por la producción de café, panela y fique. La mayoría de los productores trabajan en sus pequeñas parcelas y salen a trabajar en épocas de siembra y cosecha a otras fincas donde el trabajo es temporal. El campesino ha perdido la noción de la producción y en muchas zonas los cultivos tradicionales han desaparecido y se han dedicado únicamente a los monocultivos del café y la caña panelera.

El siguiente gráfico muestra la estructura económica del Municipio:

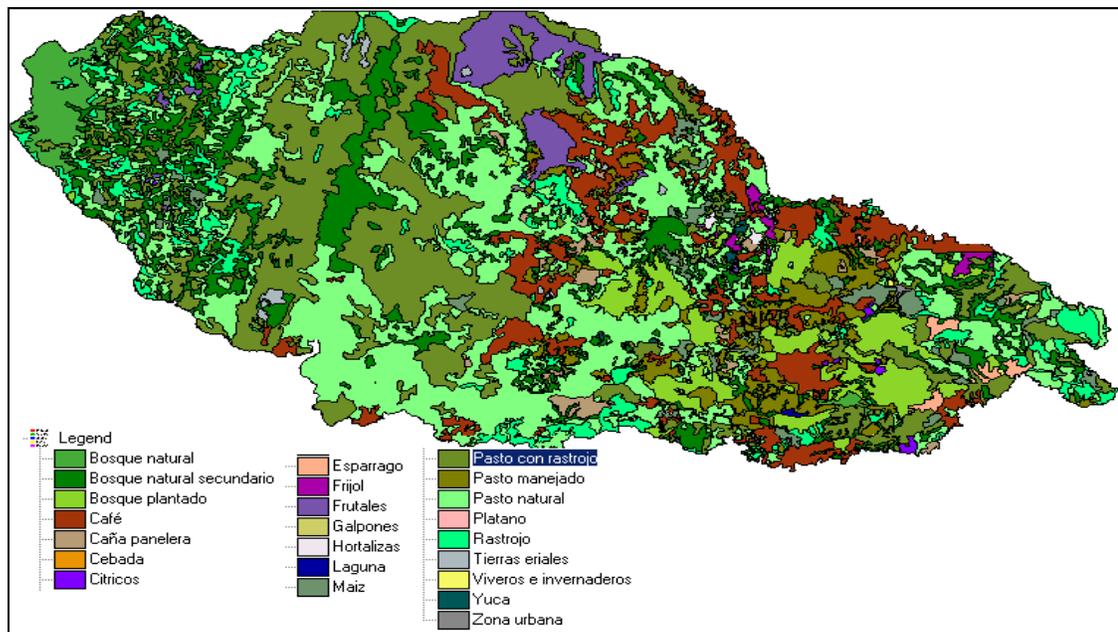
Gráfico 1. Estructura económica del Municipio de Cajibío



Fuente: Planeación Municipal

En el siguiente gráfico se puede observar el Mapa de Usos del Suelo del Municipio

Gráfico 2. Mapa de usos del suelo



FUENTE: PBOT Municipal - 2002

3.11 CLIMATOLOGIA

En el presente trabajo se utilizó la información de la estación climática Aeropuerto Guillermo León Valencia, registrada en la siguiente tabla:

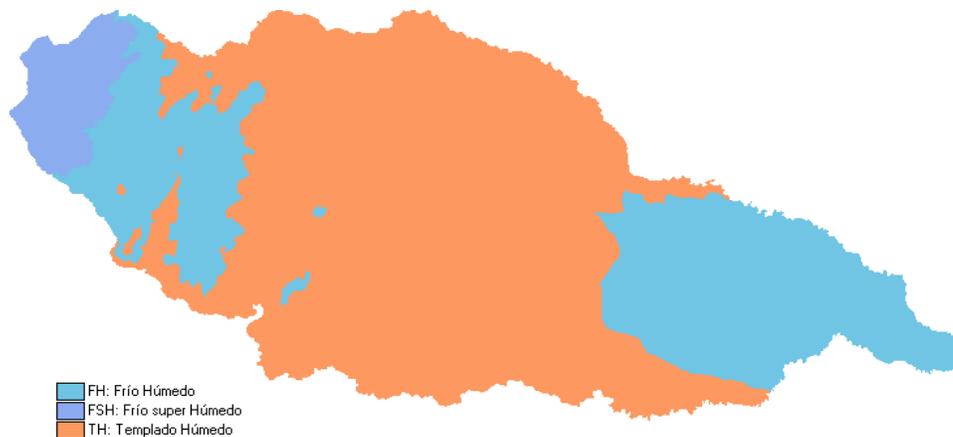
Tabla 3 Climatología del municipio - sitio de disposición final

CARACTERÍSTICAS	Unidad	Mínima	Máxima	Promedio
Temperatura Ambiente	°C	12	24	18
Lluvia (Dato Histórico)	mm/año	1028,5	3085,5	2057,6
Evaporación	mm/año	1,3	1,8	1,5
Horas de brillo solar	h/día	8	12	10
Humedad ambiente	%	24	44	34
Velocidad del Viento	Kph	-	-	11
Vientos. Dirección	% del Tiempo	-	-	NE 86%

FUENTE: PBOT Municipal – 2002

En el siguiente gráfico se pueden observar los tipos de clima que predominan en el Municipio

Gráfico 3. Tipos de clima



FUENTE: PBOT Municipal – 2002

4 PRESTACION DEL SERVICIO DE ASEO

4.1 EN LA CABECERA MUNICIPAL

El servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos solo se presta en el centro urbano y lo realiza la administración municipal, a través de la secretaria de planeación, que está conformada por dos funcionarios en la dirección, el Secretario de Planeación que tiene como funciones principales el control de los gastos, dirigir operaciones y presentación de resultados, la Coordinadora de la Oficina de Acueducto, Alcantarillado y Aseo quien esta encargada de ordenar el gasto (cobro tarifario, gastos de prestación del servicio), coordinar labores de planificación, y en la parte operativa siete personas, cuatro

recolectores, un motorista, una persona encargada del barrido y limpieza de las calles y un operador en el sitio de disposición final.

Los costos asociados al personal administrativo y operativo por pago de nómina están estimados en \$8'432.744 mensuales (PBOT - 2002).

Dentro de los activos con los que cuenta el Municipio para la prestación del servicio se tienen: 1 computador, 3 escritorios, 1 teléfono, 1 archivador, 1 volqueta, , 3 palas, etc.

El servicio de recolección actualmente cubre el 95% de los hogares, y se lleva a cabo únicamente el día lunes. El barrido y limpieza de las calles se hace dos veces a la semana, lunes y sábados y cubre el 20% de la población, ya que se realiza alrededor del parque central y a lo largo de algunas zonas aledañas.

El Municipio realiza un cobro tarifario unificado por el servicio de recolección y transporte de los residuos, puesto que no se tiene estratificación según los requerimientos de ley. El cobro corresponde a \$ 1.400 mensuales/usuario.

El manejo de los residuos sólidos producidos en la plaza de mercado lo llevan a cabo tres operarios, 1 conductor y 2 recolectores, se realiza los días sábados y específicamente se recogen y transportan los residuos provenientes de la actividad del mercado, se recogen aproximadamente 2000 kg semanales de residuos sólidos, esta actividad tiene una duración de 3 horas.

Los residuos se disponen en un relleno sanitario, que comenzó a funcionar en el año de 1997, está situado en la vía que conduce al Cairo, el relleno tiene capacidad para almacenar 2580 toneladas para un periodo de tiempo de 9 años, su manejo se hace en forma manual, haciendo la compactación de las basuras, cuenta con amplios espacios, que permiten el descargue de las basuras y el deposito de ellas, pero dicho relleno carece de un sistema de tratamiento de lixiviados y gases y no hay presencia de recicladores en el sitio.

4.2 EN LA ZONA RURAL

En los centros poblados no se presta el servicio de recolección de basuras, los habitantes tienen que llevar su basura a los botaderos destinados para tal uso, tampoco se realiza el barrido o limpieza de las calles, teniendo que asumir esa responsabilidad al morador de cada vivienda.

En centros poblados como el Carmelo, el Rosario, La Pedregosa, La Venta, Casas Bajas, La Capilla, la disposición de los desechos sólidos especialmente en las zonas dispersas se hace a campo abierto en gran proporción 85,05% (3), contaminando las quebradas, que abastecen los acueductos veredales y corregimentales además afectando el paisaje y la salud, y únicamente el 14,96%, (9) lo recogen o lo depositan en los basureros o botaderos informales existentes, estos funcionan desde hace muchos años atrás, son utilizados por la comunidad residente de cada centro.

5 METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se llevaron a cabo las actividades de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) y de la plaza de mercado en la Cabecera Municipal. Por otra parte, en los corregimientos de la Venta, la Capilla, el Carmelo y el Rosario, sitios inicialmente incluidos en el estudio por sus importantes mercados y producción agrícola, se indagó mediante encuestas y testimonios, acerca del manejo de las basuras en general, ya que únicamente en la zona urbana se presta el servicio público domiciliario de aseo, mientras que en los centros poblados el manejo de los residuos es diferente.

A continuación se explica la forma como se hizo el trabajo, el cual abarca básicamente cuatro aspectos: 1. Caracterización física de los residuos sólidos domiciliarios, en la Cabecera Municipal; 2. Caracterización física de los residuos sólidos en la plaza de mercado; 3. Manejo actual de los residuos sólidos de la Cabecera Municipal y en los centros poblados; 4. Jornadas de socialización de los resultados.

5.1 CARACTERIZACION FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

En este trabajo la metodología estadística aplicada al muestreo de los RSD es la recomendada por el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) y es la aplicada en los países de América Latina y el Caribe.

También se tuvo en cuenta lo indicado en el numeral F.1.4 de la norma RAS – 2000. Este numeral muestra el procedimiento particular para el desarrollo de sistemas de aseo urbano, que incluye, la caracterización de los residuos sólidos, la producción per Cápita, la composición física de los residuos sólidos, entre otros.

5.1.1 Tamaño de la muestra.- La metodología utilizada fue el muestreo aleatorio simple, y fue escogido así debido a que la cabecera municipal de Cajibío no presenta estratificación socioeconómica. Este muestreo pretende asegurar la representación total de la población. A la hora de determinar el tamaño de la muestra se tomaron en cuenta varios factores: el tipo de muestreo, el parámetro a estimar, el error muestral admisible, la varianza poblacional y el nivel de confianza. Para la determinación del número de muestras se utilizó la siguiente fórmula estadística¹:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha}^2 * N * S^2)}{(N - 1) * E^2 + Z_{1-\alpha}^2 * S^2}$$

- S** = Desviación estándar de la generación de basura per.-capita de la población.
- S²** = Varianza poblacional.
- E** = Error permisible.
- N** = Total de Viviendas.
- Z_{1-α}** = Coeficiente de confianza.

Varianza Poblacional (S²):

Cuando una población es más homogénea la varianza es menor y el número de muestras necesarias para construir un modelo reducido del universo, o de la población, será más pequeño. Generalmente es un valor desconocido y hay que estimarlo a partir de datos de estudios previos; en Colombia se estima que el rango es $0,04 < S^2 < 0.25$, por lo tanto su desviación estándar está entre 0.2 y 0,5 respectivamente.

¹ Esta fórmula es una de las más utilizadas para la determinación de muestras y ha sido utilizada en varios estudios similares en El Distrito de Santa Anita-Lima-Perú. Se encuentra en el siguiente libro: Chumpitaz, Carlos Gaycho (Master en Población y Licenciado en Estadística, Docente e investigador de la Universidad de Lima). Caracterización de los Residuos Sólidos. Lima-Perú.

Error Permisible (E):

El porcentaje de error recomendado es de **5%**, ya que representa mayor confiabilidad en los datos, este valor también fue utilizado en el estudio de caracterización de los residuos sólidos domésticos del distrito de Santa Anita – Lima – Perú, no es recomendable un mayor margen de error, ya que podría dar una muestra muy pequeña con respecto a la población, es decir no sería representativa.

Nivel de confianza (Z1- α): El estudio tomará un intervalo de confianza al 95%, es decir un coeficiente de confianza $Z_{1-\alpha} = 1.96$, este valor corresponde a la abscisa de la distribución normal estándar asociada a la probabilidad centrada igual a 0.95.

Para el estudio se utilizaron los siguientes valores:

- S = 0.2 Desviación estándar**
- E = 0.056 Error permisible.**
- N = 462 Viviendas (año 2005).**
- Z1- α = 1.96 Coeficiente de Confianza al 95 %.**

El número de viviendas a muestrear sería:

$$n = \frac{(1,96^2 * 462 * 0,2^2)}{(462 - 1) * 0,056^2 + 1,96^2 * 0,2^2}$$

$$n = \frac{70.9927}{1.5992} = 45$$

Sin embargo se tomó un 10% más de viviendas por posibles retiros o bajas que pudieran llegar a existir durante el muestreo, por lo tanto el tamaño de la muestra inicial es de:

n = 50 viviendas a muestrear (valor que se recomienda)

5.1.2 Selección de viviendas.- Se seleccionó un número igual de viviendas en cada barrio, en forma aleatoria considerando la homogeneidad de la población, con ayuda de un mapa de la localidad, una semana antes de recolectar las muestras se visitaron las viviendas, explicando objetivos y metodología del trabajo a la población involucrada en el estudio, solicitando a su vez, la separación de sus basuras en dos bolsas previamente rotuladas, una para materia orgánica y otra para materia inorgánica, además en las bolsas se rotuló con el apellido de cada familia.

5.1.3 Recolección de las muestras.- El trabajo de campo para la recolección de las muestras aleatorias en cada barrio, se realizó en el mes de julio de 2005, durante tres semanas consecutivas, en el día que se presta el servicio de recolección. Este proceso se hizo con la supervisión de un funcionario de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica al Pequeño productor (UMATA), y el estudiante pasante de la Universidad del Cauca y con la ayuda de una cuadrilla de 2 personas, además se hizo uso de una volqueta con capacidad de 6 Toneladas, propiedad de la Administración Municipal, en la cual se realiza la recolección semanal de las basuras.

Se organizaron las bolsas por vivienda, estas estaban previamente rotuladas. Se hizo necesario utilizar 20 bolsas más de las previamente entregadas, ya que en algunas viviendas se presentaron las basuras en estopas, haciéndose necesario el

vaciado en las bolsas ya mencionadas, y rotular de nuevo las bolsas que no tenían el apellido de cada familia.

5.1.4 Pesaje y separación de los residuos sólidos.- Para el proceso de pesaje, primero se pesaron las basuras de cada una de las viviendas, registrando los datos en el Anexo F, luego se pesaron la totalidad de las basuras, y posteriormente se procedió a separar de acuerdo a lo recomendado por la Norma RAS 2000 Título F, para la caracterización física de los residuos sólidos, y así se pesó el contenido de cada elemento clasificado, con una previa verificación de que se haya separado correctamente.

La separación de los residuos sólidos recolectados se hizo el mismo día, una vez finalizada la jornada de recolección, en la bodega de almacenamiento de cal en el relleno sanitario del Municipio, en esta labor participaron tres personas contratadas por la Administración Municipal.

5.1.5 Procedimiento para el cálculo de la producción per. Cápita.- Para el cálculo de la ppc, se procedió de la siguiente manera:

Las bolsas recogidas fueron pesadas semanalmente durante el tiempo que duró el muestreo, y se registró el dato para cada vivienda. Este dato representa la cantidad de basura semanal generada en cada vivienda (Kg/Viv.Sem), posteriormente se calcula la producción por vivienda semanal promedio.

Para obtener la producción per Cápita (Kg/hab.día), se divide el promedio semanal por vivienda entre el número de habitantes de cada una y entre los siete días de la semana. Finalmente se calcula la generación per. Cápita promedio de todas las viviendas.

Posteriormente se calcula la media y la desviación estándar, para esto se utilizó la función *Análisis de datos* y el procedimiento *Estadística descriptiva* de Excel XP.

Siendo la ppc un parámetro muy importante se consideró necesario establecer un análisis estadístico que permita identificar las observaciones sospechosas, y validar este dato, además de las variables utilizadas para calcular el tamaño de muestra.

Para analizar las observaciones sospechosas se utilizó la prueba estadística de la Normal Estándar, utilizada en la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Santa Anita, en Lima Perú para un tamaño de muestra de 60 residencias; dado que el número de viviendas de la muestra para nuestro estudio es mayor a 30, el método aplica y se siguieron los siguientes pasos:

- Se ordenaron los datos de la producción per. Cápita de menor a mayor
- Se determina el nivel de confianza
- Se establece el número de observaciones a ser analizadas
 $K = 20 \leq 50/2$ (Recomendado)
- Se calcula el Intervalo de sospecha, para esto se determinan los límites inferior y superior del Intervalo.

$$\text{Límite inferior} = k/2 = 10$$

$$\text{Límite superior} = 53 - k/2 + 1 = 44$$

- Se calcula el $Z_c = |X - X_i| / S$ para cada observación considerada en el intervalo. Dónde:

X : Promedio de ppc

X_i : ppc de cada vivienda

S : Desviación estándar

- Se identifican los datos sospechosos, y la observación sospechosa será rechazada si $Z_c > Z_{0,95} = 1,96$

Una vez rechazados los datos sospechosos, si los hay, se realiza el cálculo final de la ppc, se recalculan la media, la desviación estándar y el promedio.

Luego de la inspección y eliminación de observaciones sospechosas, se debe efectuar la validación de la varianza que se asumió para la determinación del tamaño de la muestra, haciendo uso de la varianza de la generación per.-capita final de la muestra de las viviendas. En la validación se debe tener en cuenta que el valor asumido debe ser mayor o igual que la varianza estimada con los datos de la muestra.

Como siguiente paso, se debe proceder a la validación del tamaño de la muestra de viviendas, con el objeto de tener la seguridad que el tamaño de muestra final permita efectuar una inferencia estadística válida.

Para su validación se debe obtener el tamaño de muestra, usando la varianza obtenida con los datos de la muestra.

5.2 CARACTERIZACION FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PLAZA DE MERCADO

El mercado en la cabecera municipal se desarrolla los días sábados en el coliseo deportivo de la plaza central desde las 8:00 a.m., en el se ubican 45 puestos, de los cuales 30 ofrecen productos agrícolas (frutas y verduras), y los 15 restantes venden otros artículos, como ropa, juguetería, etc.

Se realizó la caracterización de la plaza de mercado, para el total de residuos sólidos generados, siguiendo la misma metodología de separación y pesaje utilizada en la caracterización de los residuos sólidos domésticos, y llevada a cabo a un lado de la plaza de mercado, en el mes de Julio de 2005, durante 3 semanas consecutivas.

5.3 MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EN LOS CENTROS POBLADOS

Con el fin de conocer los hábitos de consumo y el manejo de los residuos sólidos, en la cabecera municipal se concluyó que la mejor manera de obtener esta información era mediante encuestas. Estas encuestas se hicieron cuando se visitó cada vivienda seleccionada para el muestreo, por medio de un formato elaborado por el comité encargado de coordinar el PGIR (funcionarios de planeación municipal, y de la UMATA) (Ver Anexo B)

Por medio de esta encuesta se obtuvieron datos sobre la cantidad de habitantes y la composición familiar, como también sobre hábitos de reutilización de algún producto que se pudiera considerar residuo (botellas plásticas, botellas de vidrio, materia orgánica, etc.) y sobre la percepción de la prestación actual del servicio de aseo.

Se desarrollaron el mismo número de encuestas que de viviendas seleccionadas para la caracterización.

Para conocer el manejo de las basuras en la zona rural, se escogieron los principales centros poblados (El Carmelo, el Rosario, La capilla, la Venta, la Pedregosa y Casas Bajas), y se visitaron cada uno de ellos con el acompañamiento de líderes comunitarios.

En estos centros poblados, las viviendas están dispuestas alrededor de la plaza central (aprox. 20 viviendas), las demás viviendas se encuentran dispersas y es en estas zonas donde hay mayor densidad de población.

Se elaboraron 10 encuestas en cada uno de los sitios visitados, con diferente formato al de la zona urbana, se llevaron a cabo charlas, con profesores de las instituciones, quienes son los encargados del manejo de las basuras en cada localidad y se realizó la verificación visual de los sitios de disposición final de residuos sólidos.

Las visitas se realizaron en el mes de agosto de 2005, la primera semana se visitó el Rosario y el Carmelo, la segunda semana la Capilla y la Venta y la última semana, la Pedregosa y Casas Bajas.

5.4 TALLERES DE SENSIBILIZACION, EDUCACION Y PARTICIPACION COMUNITARIA

En la actividad de socialización de los resultados de la pasantía participaron los alumnos de 9º y 10º grado, profesores, directivos (de cada institución), funcionarios de la UMATA y líderes comunitarios.

Los talleres se estructuraron en cuatro fases, así:

1º Presentación del problema “incremento en la generación de residuos sólidos de los municipios y su inadecuado manejo” en el contexto nacional y municipal.

2º Presentación del manejo actual de los residuos sólidos en el Municipio.

3º Ponencia de la identificación de posibles tecnologías para el tratamiento de los residuos sólidos.

4º Presentación y aplicación de la metodología de transformación participativa en higiene, agua y saneamiento (TPHAS) utilizando el material multimedia “Servicio Social Estudiantil Integrado al Manejo Integral de los Residuos Sólidos – UNICEF).

Durante el proceso se combinaron las presentaciones magistrales, los conversatorios y el trabajo en pequeños grupos y en plenaria. Se hizo énfasis en la importancia de la inteligencia emocional, a partir de ejercicios sencillos que permitieron confrontar el ejercicio profesional y el desarrollo personal. Se realizaron evaluaciones de los talleres, por parte del facilitador, utilizando técnicas

sencillas que también puedan ser usadas en el trabajo con las comunidades. Al final del evento los participantes evaluaron los talleres.

5.5 FORMULACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

El proceso de formulación y evaluación de alternativas debe considerar el enfoque de sostenibilidad como eje transversal para el análisis y toma de decisiones, que responda a las condiciones y características particulares de las comunidades y a la conservación del medio ambiente, con soluciones tecnológicas para minimizar los riesgos y contribuir a una mejor calidad de vida.

En este sentido se desarrolló este proceso en un capítulo aparte (Capítulo 7 – presente documento)

6 RESULTADOS Y DISCUSION

Ante la problemática del incremento en la generación de residuos sólidos de los municipios y su inadecuado manejo, surge la necesidad de formular un plan de gestión, como herramienta para dar soluciones a corto, mediano y largo plazo, para esto es necesario conocer varios aspectos, entre ellos la población y las características de los residuos que genera, con la finalidad de fundamentar las conclusiones y adecuaciones necesarias para el establecimiento de alternativas de solución sobre el manejo y eliminación de desechos del Municipio de Cajibío.

La producción, manejo y caracterización de los residuos sólidos son particulares de cada comunidad, y se ven afectados por factores tales como, culturales, grado de desarrollo alcanzado, dinámicas y procesos de organización comunitaria, la ubicación geográfica, entre otros. Los cuales se deben considerar como elementos fundamentales a la hora de formular una Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos a lo largo del tiempo.

A continuación se exponen los resultados de las actividades llevadas a cabo en el Municipio de Cajibío y se evalúan a la luz de formular el PGIRS.

6.1 CARACTERIZACION FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

Para la realización del trabajo de campo fue vital el apoyo que brindó la comunidad, especialmente en la separación de los residuos sólidos, en orgánicos e inorgánicos, pues de las 50 viviendas muestreadas el 82%, es decir 41 hogares realizaron de manera correcta la clasificación.

6.1.1 Cálculo de la producción per. Cápita.-

En la Tabla 4 aparecen registrados los pesos de los residuos sólidos domiciliarios

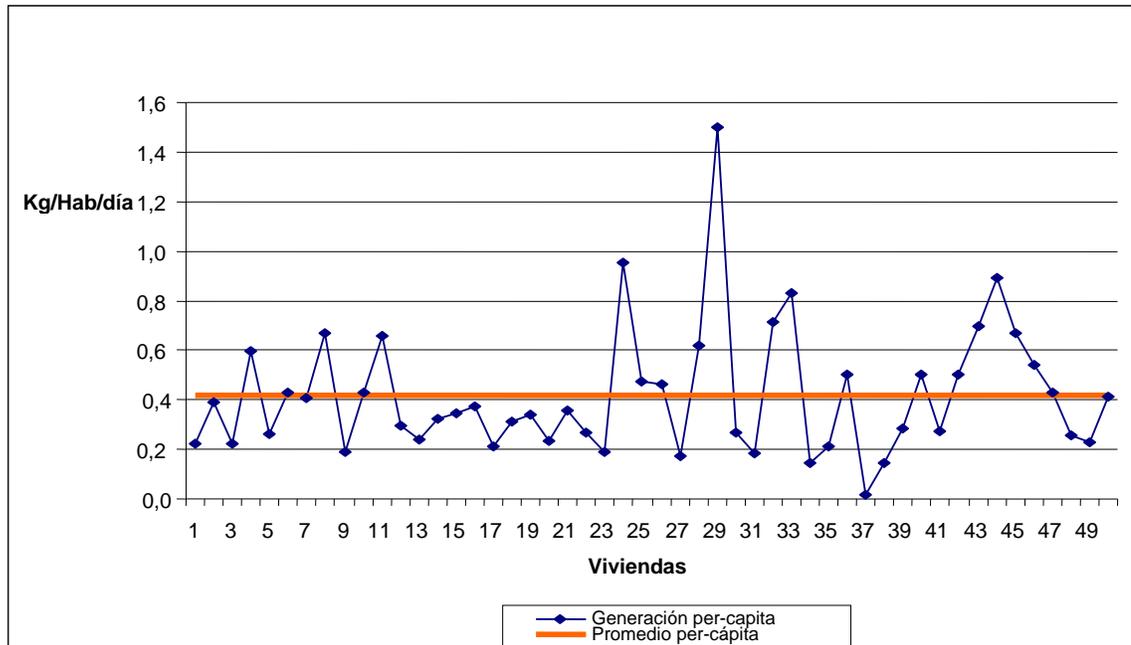
Tabla 4. Pesos de los residuos sólidos domiciliarios

Vivienda (Nº)	Nº hab	ppv (kg/viv/sem)	ppc (preliminar) (kg. /hab.día)	Observaciones
1	7	11	0,2245	Droguería
2	4	11	0,3929	Vivienda
3	9	14	0,2222	Vivienda
4	6	25	0,5952	Vivienda
5	6	11	0,2619	Vivienda
6	3	9	0,4286	Vivienda
7	6	17	0,4048	Vivienda
8	5	14	0,4000	Vivienda
9	3	4,5	0,2143	Vivienda
10	2	6	0,4286	Vivienda
11	5	23	0,6571	Vivienda
12	9	18,5	0,2937	Vivienda
13	13	22	0,2418	Vivienda
14	8	18	0,3214	Vivienda
15	6	14,5	0,3452	Vivienda
16	5	13	0,3714	Vivienda
17	4	6,5	0,2321	Vivienda
18	5	11	0,3143	Tienda
19	4	9,5	0,3393	Vivienda
20	8	13	0,2321	Vivienda
21	7	17,5	0,3571	Vivienda
22	8	15	0,2679	Vivienda
23	3	4	0,1905	Vivienda
24	3	20	0,9524	Tienda
25	3	10	0,4762	Vivienda
26	4	13	0,4643	Vivienda
27	5	6	0,1714	Vivienda
28	3	13	0,6190	Vivienda
29	6	63	1,5000	Granero
30	7	13	0,2653	Vivienda
31	7	9	0,1837	Vivienda
32	4	20	0,7143	Vivienda
33	6	35	0,8333	Vivienda
34	5	5	0,1429	Tienda
35	4	6	0,2143	Vivienda
36	4	14	0,5000	Vivienda
37	4	0,5	0,0179	Vivienda
38	4	5	0,1786	Vivienda
39	3	6	0,2857	Vivienda
40	1	3,5	0,5000	Vivienda
41	6	11,5	0,2738	Vivienda
42	4	15	0,5357	Tienda
43	4	19,5	0,6964	Tienda
44	2	12,5	0,8929	Tienda
45	3	14	0,6667	Panadería
46	5	19	0,5429	Expendio de carne
47	8	24	0,4286	Vivienda
48	5	9	0,2571	Vivienda
49	5	8	0,2286	Vivienda
50	4	11,5	0,4107	Vivienda
PROMED.	5,1	13,88	0,4138	

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se observa la variación de la producción per. Cápita preliminar, donde se puede apreciar claramente que la mayoría de datos son bastante homogéneos, y así mismo se identifican algunos picos que se hace necesario considerar.

Gráfico 4. Variación de la ppc preliminar



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 4 se observan los picos más distantes del promedio de ppc, que podrían considerarse inicialmente como observaciones sospechosas, que corresponden a las viviendas N° 24, 29, 33, 37 y 44, pero esta consideración no es suficiente para rechazar estos datos, es necesario hacer un análisis estadístico, y después tomar decisiones.

Es necesario calcular la varianza y desviación estándar para los datos de ppc preliminares y así compararlos con los propuestos inicialmente (Pág. 46)

Para calcular la varianza, la desviación estándar y el promedio de los datos de ppc registrados a continuación se utilizaron la función *Análisis de datos* y el procedimiento *Estadística descriptiva* de Excel XP, obteniendo los siguientes resultados:

Varianza (S²)	0,0653
Desviación (S)	0,2556
Promedio (X)	0,4138

Se puede observar que la varianza encontrada ($S^2 = 0,0653$) es mayor que la propuesta inicialmente para el cálculo de tamaño de muestra ($S^2 = 0,04$) por lo tanto se requiere hacer ajustes.

Para el análisis de observaciones sospechosas se utilizó la prueba estadística de la normal estándar y los resultados se registran a continuación:

En la tabla 5 los datos de la ppc se encuentran ordenados de menor a mayor según los intervalos calculados, que son:

$$\text{Límite inferior} = k/2 = 10$$

$$\text{Límite superior} = 50 - k/2 + 1 = 41$$

Tabla 5. Orden de la producción per. Cápita

ORDEN	Vivienda Nº	PPC (Preliminar) (Kg. /hab.día)	ORDEN	Vivienda Nº	PPC (Preliminar) (Kg. /hab.día)
1	37	0,0178	26	21	0,3571
2	34	0,1428	27	16	0,3714
3	38	0,1428	28	2	0,3928
4	27	0,1714	29	7	0,4047
5	31	0,1836	30	50	0,4107
6	9	0,1904	31	6	0,4285
7	23	0,1904	32	10	0,4285
8	17	0,2142	33	47	0,4285
9	35	0,2142	34	26	0,4642
10	3	0,2222	35	25	0,4761
11	1	0,2244	36	36	0,5
12	49	0,2285	37	40	0,5
13	20	0,2321	38	42	0,5
14	13	0,2417	39	46	0,5428
15	48	0,2571	40	4	0,5952
16	5	0,2619	41	28	0,619
17	30	0,2653	42	11	0,6571
18	22	0,2678	43	8	0,6667
19	41	0,2738	44	45	0,6667
20	39	0,2857	45	43	0,6964
21	12	0,2936	46	32	0,7142
22	18	0,3142	47	33	0,8333
23	14	0,3214	48	44	0,8928
24	19	0,3392	49	24	0,9523
25	15	0,3452	50	29	1,5

Fuente: Elaboración propia

Los límites para $k = 20$ son:

Límite inferior = $k/2 = 10$

Límite superior = $50 - k/2 + 1 = 41$

En la tabla 6 se presentan las viviendas dentro del intervalo de sospecha y el correspondiente calculo de Z_c .

Tabla 6. Intervalo de sospecha

ORDEN	Vivienda Nº	X_i	Z_c
1	37	0,0179	1,5489
2	34	0,1429	1,0599
3	27	0,1714	0,9484
4	38	0,1786	0,9202
5	31	0,1837	0,9002
6	23	0,1905	0,8736
7	9	0,2143	0,7805
8	35	0,2143	0,7805
9	1	0,2245	0,7406
10	3	0,2222	0,7496
41	4	0,5952	0,7097
42	28	0,6190	0,8028
43	11	0,6571	0,9519
44	45	0,6667	0,9894
45	43	0,6964	1,1056
46	32	0,7143	1,1757
47	33	0,8333	1,6412
48	44	0,8929	1,8744
49	24	0,9524	2,1072
50	29	1,5000	4,2496

Fuente: Elaboración propia

Se determinó el nivel de confianza como $1-\alpha = 1,96$, ahora la observación sospechosa debe rechazarse si $Z_c > Z_{(1-\alpha)} = 1.96$, en este sentido se deben eliminar las viviendas de orden 49 y 50, que corresponden a las viviendas 24 y 29 respectivamente.

La muestra se redujo de 50 a 48 viviendas, porque se han eliminado 2 que tienen observaciones sospechosas, ahora se procede a calcular un nuevo valor de ppc.

En la Tabla 7 se presenta el cálculo final de la producción per cápita sin las dos viviendas sospechosas.

Tabla 7. Calculo final de la ppc

Vivienda (Nº)	Nº hab	ppv (kg/viv/sem)	ppc (final) (kg./hab.día)	Observaciones
1	7	11	0,224	DROGUERIA
2	4	11	0,393	VIVIENDA
3	9	14	0,222	VIVIENDA
4	6	25	0,595	VIVIENDA
5	6	11	0,262	VIVIENDA
6	3	9	0,427	VIVIENDA
7	6	17	0,405	VIVIENDA
8	5	14	0,400	VIVIENDA
9	3	4,5	0,214	VIVIENDA
10	2	6	0,429	VIVIENDA
11	5	23	0,657	VIVIENDA
12	9	18,5	0,294	VIVIENDA
13	13	22	0,242	VIVIENDA
14	8	18	0,321	VIVIENDA
15	6	14,5	0,345	VIVIENDA
16	5	13	0,371	VIVIENDA
17	4	6,5	0,232	VIVIENDA
18	5	11	0,314	TIENDA
19	4	9,5	0,339	VIVIENDA
20	8	13	0,232	VIVIENDA
21	7	17,5	0,357	VIVIENDA
22	8	15	0,268	VIVIENDA
23	3	4	0,190	VIVIENDA
25	3	10	0,476	VIVIENDA

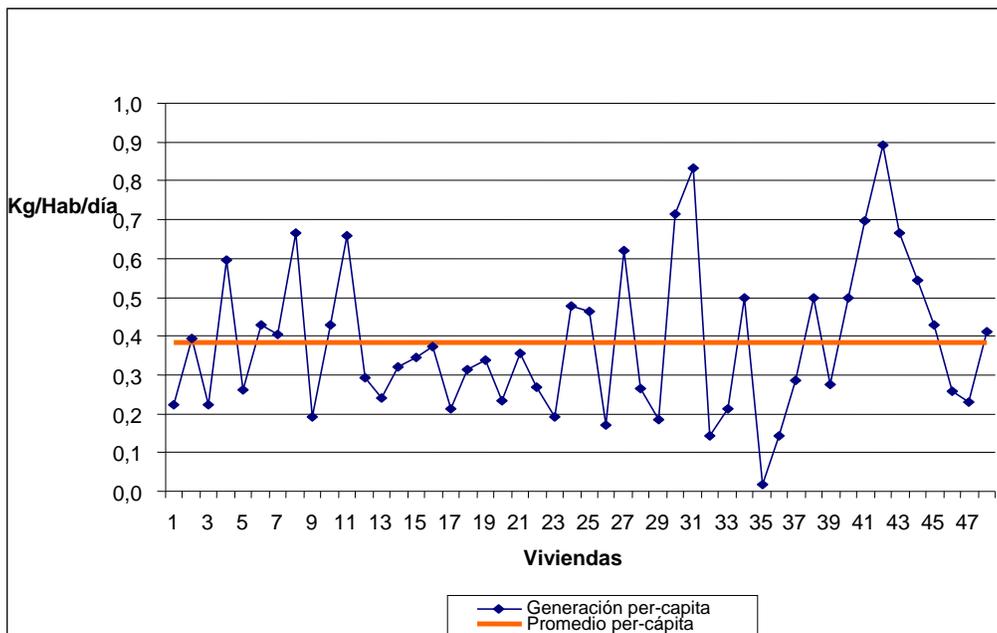
26	4	13	0,464	VIVIENDA
27	5	6	0,171	VIVIENDA
28	3	13	0,619	VIVIENDA
30	7	13	0,265	VIVIENDA
31	7	9	0,184	VIVIENDA
32	4	20	0,714	VIVIENDA
33	6	35	0,833	VIVIENDA
34	5	5	0,143	TIENDA
35	4	6	0,214	VIVIENDA
36	4	14	0,500	VIVIENDA
37	4	0,5	0,018	VIVIENDA
38	4	5	0,179	VIVIENDA
39	3	6	0,286	VIVIENDA
40	1	3,5	0,500	VIVIENDA
41	6	11,5	0,274	VIVIENDA
42	4	15	0,536	TIENDA
43	4	19,5	0,696	TIENDA
44	2	12,5	0,893	TIENDA
45	3	14	0,667	PANADERIA
46	5	19	0,543	EXPENDIO DE CARNE
47	8	24	0,429	VIVENDA
48	5	9	0,257	VIVIENDA
49	5	8	0,229	VIVIENDA
50	4	11,5	0,410	VIVIENDA
Promedio	5,08	12,73	0,379	

Fuente: Elaboración propia

La producción per Cápita de residuos en la cabecera municipal de Cajibío corresponde a 0,38 kg/hab.día, lo que significa una producción total de residuos sólidos de 0,89 Ton/día

El gráfico 5 ilustra la variación de la producción per. Cápita final, sin incluir los valores de ppc correspondientes a las viviendas 24 y 29.

Gráfico 5 Variación de la ppc final



Fuente: Elaboración propia

El recalcule final de la varianza, la desviación estándar y el promedio de la ppc final es el siguiente:

Varianza	S²	0,0357
Desviación	S	0,1889
Promedio	X	0.3799

Luego de la inspección y eliminación de observaciones sospechosas, se debe efectuar la validación de la varianza que se asumió para la determinación del

tamaño de la muestra, haciendo uso de la varianza de la generación per.-capita de la muestra de las viviendas.

Para validar la varianza se debe tener en cuenta que el valor asumido debe ser mayor o igual que la varianza estimada con los datos de la muestra. Como la varianza asumida fue de **0.04** y la varianza muestral es **0.036**, se puede afirmar que queda validada.

Ahora, se procede a la validación del tamaño de la muestra de viviendas, con el objeto de tener la seguridad que el tamaño de muestra final permita efectuar una inferencia estadística válida.

Recalculando el tamaño de muestra con la varianza ($S^2 = 0.036$), se obtiene un valor de $n=42$ el cual es menor que el calculado inicialmente ($n=45$) por lo cual queda validado el tamaño de la muestra calculado al inicio.

Según los datos arrojados por la cuantificación de los residuos sólidos domiciliarios, se puede ver que el promedio de basuras por usuario domiciliario en la cabecera municipal de Cajibío es de 0.38 Kg./hab.día, este valor obtenido brinda una inferencia estadística valida para toda la zona de estudio, ya que pasó todas las pruebas estadísticas realizadas, además está por debajo del promedio de producción per. Cápita (0,45 Kg/hab.dia), referenciado en la Tabla F.1.2 de la Norma RAS, como valores típicos de ppc para municipios colombianos con un nivel de complejidad bajo, esto se debe principalmente al manejo de las basuras en las viviendas, ya que en algunos hogares se aprovechan los residuos de alimentos (24%, según datos de encuestas) y se reutiliza las bolsas plásticas (16% según datos de encuestas), entre otros residuos en muy pequeña escala, además el 24% de las personas encuestadas no entrega la totalidad de las basuras al vehículo recolector si no que entierra y/o quema a manera de disposición final.

Según información recogida de diferentes fuentes y principalmente de la OPS (Organización Panamericana de la Salud) se elaboraron las Tablas 8, 9 y 10, donde se muestra que en las áreas metropolitanas y ciudades de más de 2 millones de habitantes (muestra de 16 ciudades), el promedio es de 0,97 kg/hab.día; en otras 16 ciudades grandes de 500.000 y 2 millones de habitantes ese promedio llega a 0,74; y en una muestra de 24 ciudades intermedias y pequeñas de menos de 500.000 habitantes el promedio es de 0,55 kg/hab.día. Lo anterior confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per cápita son factores determinantes para que la generación de Residuos Sólidos Municipales² (RSM) por habitante se incremente Anexo A. Para consideraciones de análisis se tomaron los residuos sólidos municipales, reportados en las siguientes tablas considerando la diferencia que existe entre estos y los residuos sólidos domiciliarios, que representan del 50 al 75% de los RSM.

² Los residuos sólidos municipales son aquellos provenientes de la generación residencial, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanía) y los residuos sólidos resultantes del barrido de calles de un conglomerado urbano.

Tabla 8. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes

Ciudad	Población habitantes (000)	Producción RSM (t/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
A.M.* São Paulo, Brasil (96)	16.400	22.100	1,35
A.M. México, D.F., México (94)	15.600	18.700	1,20
A.M. Buenos Aires, Argentina (96)	12.000	10.500	0,88
A.M. Río de Janeiro, Brasil (96)	9.900	9.900	1,00
A.M. Lima, Perú (96)	7.500	4.200	0,56
Bogotá, Colombia (96)	5.600	4.200	0,74
Santiago, Chile (95)	5.300	4.600	0,87
Belo Horizonte, Brasil (96)	3.900	3.200	0,83
Caracas, Venezuela (95)	3.000	3.500	1,18
Salvador, Brasil (96)	2.800	2.800	1,00
A.M. Monterrey, México (96)	2.800	3.000	1,07
S. Domingo, R. Dominicana (94)	2.800	1.700	0,60
Guayaquil, Ecuador (96)	2.300	1.600	0,70
A.M. Guatemala, Guatemala (93)	2.200	1.200	0,54
Curitiba, Brasil (95)	2.100	1.300	1,07
La Habana, Cuba (91)	2.000	1.400	0,70
Total	96.800	93.900	0,97

* A.M. = Área metropolitana

Fuente: Datos proporcionados a la OPS por los responsables de los servicios en el período 1994-1996 y también extraídos de estudios sectoriales de la OPS y estudios de JICA.

Tabla 9. Generación de residuos sólidos municipales per Cápita en ciudades con 500.000 a 2 millones de habitantes

Ciudad	Población habitantes (000)	Producción RSM (t/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
Cali, Colombia (96)	1.850	1.350	0,73
Brasilia, Brasil (96)	1.800	1.600	0,89
Medellín, Colombia (87)	1.500	750	0,50
Montevideo, Uruguay (95)	1.400	1.260	0,90
Quito, Ecuador (94)	1.300	900	0,70
San Salvador, El Salvador (92)	1.300	700	0,54
A.M. Asunción, Paraguay (96)	1.200	1.100	0,94
Rosario, Argentina (96)	1.100	700	0,64
Managua, Nicaragua (88)	1.000	600	0,60
Barranquilla, Colombia (96)	1.000	900	0,90
San José, Costa Rica (95)	1.000	960	0,96
Tegucigalpa, Honduras (95)	1.000	650	0,65
Panamá, Panamá (95)	800	770	0,96
La Paz, Bolivia (96)	750	380	0,51
Cartagena, Colombia (96)	600	560	0,93
Puerto España, Trinidad y Tabago (93)	500	600	1,2
Total	16.300	12.180	0,74

Fuentes: OPS. *El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995.*
 OPS. *Análisis sectoriales de residuos sólidos. 1995-1996.*
 JICA. *Informes de estudios de Asunción y Guatemala. 1993-1994.*

Tabla 10. Generación de residuos sólidos municipales per cápita en ciudades con menos de 500.000 habitantes

Ciudad	Población habitantes (000)	Producción RSM (t/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
El Alto, Bolivia	450	200	0,44
Apodaca, México	350	100	0,30
Chiclayo, Perú	300	180	0,60
Santa Marta, Colombia	210	230	1,10
Oruro, Bolivia	190	70	0,37
Godoy Cruz, Argentina	190	100	0,53
Buenaventura, Colombia	190	180	0,96
Palmira, Colombia	190	120	0,63
San Rafael, Argentina	180	90	0,50
Sucre, Bolivia	140	60	0,43
Concordia, Argentina	120	40	0,33
Ica, Perú	110	60	0,54
Tarija, Bolivia	90	30	0,33
Rivera, Uruguay	80	60	0,75
Riohacha, Colombia	80	80	1,00
Venado Tuerto, Argentina	70	40	0,57
Linares, México	70	30	0,43
Trinidad, Bolivia	60	30	0,50
Tacuarembó, Uruguay	50	20	0,40
Madrid, Colombia	40	9	0,22
Artigas, Uruguay	30	36	1,20
Granadero Bergson, Argentina	21	15	0,70
Aracataca, Colombia	16	6	0,35
Zacamil, El Salvador	15	8	0,50
Total	3.242	1.789	0,55

Fuente: OPS. Estudios sectoriales y del Sistema de Monitoreo de Residuos Urbanos, SIMRU. 1996.

En general la producción de residuos y su composición varía considerablemente de unos países a otros, y esta en función básicamente, del grado de desarrollo del

país. Este valor puede oscilar entre 0.3 Kg./hab.día en países en vías de desarrollo como el nuestro y 1.45 Kg./hab.día en los países mas desarrollados. **(6)**

En la Tabla 11, se presenta la ppc de algunas ciudades y municipios de Colombia, estas cifras tienen amplias variaciones en algunos casos; en especial, en ciudades y localidades ubicadas en los rangos de menor población. Probablemente, dichas variaciones se deben a que ciudades como Calima, Santa marta, entre otras, que muestran cifras muy altas para la población que albergan, desarrollan una gran actividad turística.

El valor de producción de basuras para la cabecera municipal de Cajibío (0,38 Kg/hab.día), ubicaría dentro del nivel nacional a la zona de estudio, entre la generación de residuos de Aracataca (0,35 kg/hab.día), y el Banco (0,40 kg/hab.día) ubicadas en el Departamento de Magdalena, con población de habitantes, actividades económicas y culturas diferentes entre si; esto permite concluir, que los valores de ppc se ven directamente influenciados por los factores mencionados anteriormente

Tabla 11. Producción per cápita por rangos de población, 1995

Ciudad	Departamento	Habitantes ⁽²⁾	Toneladas diarias	PPC
1. Bogotá	Cundinamarca	5.698.566	4.225,00	0,74
2.1 Medellín	Antioquia	1.484.757	977,00	0,65
2.2 Barranquilla	Atlántico	1.000.283	924,00	0,92
2.3 Cali	Valle del Cauca	1.812.876	1.400,00	0,77
3.1 Cartagena	Bolívar	576.307	8,47	0,93
3.2 Santa Marta	Magdalena	210.915	245,00	1,10
4.1 Palmira	Valle del Cauca	189.483	120,00	0,63
4.2 Jamundí	Valle del Cauca	101.550	45,00	0,44
4.3 Buenaventura	Valle del Cauca	187.000	180,00	0,96
4.4 Popayán	Cauca	...	112,00	...
4.5 Floridablanca	Santander	195.000	90,41	0,45
5.1 Riohacha	Guajira	79.618	80,00	1,00
5.2 Buga	Valle del Cauca	87.500	80,00	0,91
5.3 Yumbo	Valle del Cauca
6.1 Aracataca	Magdalena	16.023	5,60	0,35
6.2 El Banco	Magdalena	33.515	17,60	0,40
6.3 Caicedonia	Valle del Cauca	27.337	14,00	0,34
6.4 Calima	Valle del Cauca	7.194	9,40	0,95
6.5 Candelaria	Valle del Cauca	15.789	11,00	0,45
6.6 Lfbano	Tolima	29.000	16,00	0,55
6.7 Manatí	Atlántico	6.724	1,00	0,30
6.8 Juan de Acosta	Atlántico	6.724	1,00	0,30
6.9 Aguazul	Casanare	7.073	3,71	0,53
6.10 Madrid	Cundinamarca	36.000	8,00	0,22
6.11 Mosquera	Cundinamarca	20.000	20,00	1,00
6.12 La Meza	Cundinamarca	21.278	14,00	0,65
6.13 Ginebra	Valle del Cauca	14.461	3,00	0,47
7.1 Cerro San Antonio		9.446	2,80	0,30
7.2 Guamal		...	3,20	0,35
7.3 San Zenón	Magdalena	2.010	0,60	0,30
7.4 Calima El Darién	Valle del Cauca
7.5 Ponedera	Atlántico
7.6 Funza	Cundinamarca	6.000	2,00	0,33

Fuente Información sobre generación de residuos suministrada por los propios municipios y datos de población obtenidos de fuentes locales y del DANE.

(1) Solo incluye la población de Cabecera municipal.

(2) Según estudio demográfico Emcali 1989, población proyectada a 1995.

El modelo de desarrollo regional de Cajibío, se basa en la economía tradicional de subsistencia, en los sectores, agrícola, pecuario, forestal y agroindustrial (espárrago – flores) Las actividades agropecuarias son la base productiva y

principal fuente de ingresos de la población, pero se desarrolla en su gran mayoría en el contexto municipal, lo cual evidencia el bajo desarrollo económico de la población y además explica el bajo promedio de ppc encontrado.

6.1.2 Composición de los residuos sólidos domiciliarios.- Los resultados de la composición de los residuos sólidos, proporcionan las bases necesarias para poder estimar, el grado de consumismo existente en la localidad y además la factibilidad de implementar algún tipo de tratamiento de dichos residuos, como por ejemplo, diseño de una planta productora de compost, reciclaje de residuos inorgánicos, la lombricultura, especificaciones de un relleno sanitario, entre otras.

En la Tabla 12 se presentan los resultados de la caracterización física de los residuos sólidos urbanos en la cabecera municipal de Cajibío, y en forma paralela se indica la composición general de los residuos urbanos de los países en vías de desarrollo elaborado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación - 1999), con el fin de hacer comparaciones. En el gráfico 6 se presentan los tipos de residuos mas representativos y se agrupan en una sola categoría denominada otros*, los correspondientes a residuos de jardín, papel, textiles, madera, caucho y cuero, cerámica y otros.

Tabla 12. Composición de los residuos sólidos urbanos en la Cabecera Municipal de Cajibío y en los países en vías de desarrollo

TIPO RESIDUO CABECERA MUNICIPAL	PESO (Kg)	%	TIPO RESIDUO PAISES EN DESARROLLO	%
Materia orgánica	538	72,68	Materia orgánica	58-80.20
Plástico	52,75	7,13	Plástico	3.8-7.4
Vidrio	29,5	3,98	Vidrio	1-3.8
Cartón	20	2,7	Cartón	1-4.80
Metales	12,25	1,65	Metales	0.7-1.6
Residuos de jardín	10	1,35	Residuos de jardín	6-16
Papel	8,75	1,18	Papel	2.6-5.0
Textiles	6	0,81	Textiles	2-4.1
Madera	2,75	0,37	Madera	0.1-1
Caucho y cuero	3,75	0,51	Caucho y cuero	0.2-1.4
Cerámica	0,95	0,13		
Otros	55,5	7,49		
TOTAL	740,2	100		

Fuente: Elaboración propia - FAO

Estos datos dejan ver el alto porcentaje de materia orgánica encontrado (72,68%) encontrado, lo cual se explica por el nivel socioeconómico de la población, el cual es básicamente de subsistencia y por el desarrollo de la actividad agropecuaria.

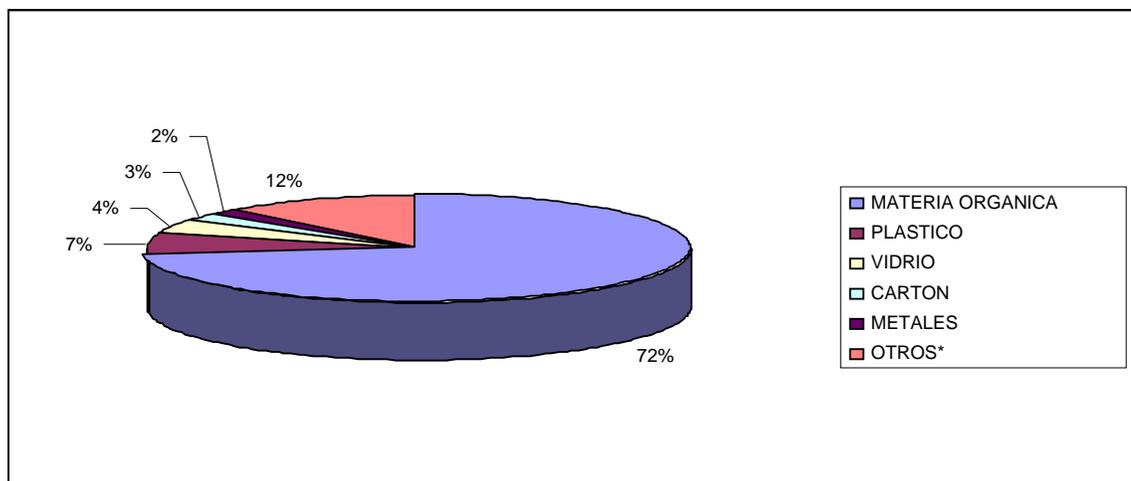
Los elementos de posible recuperación son en su orden de abundancia, el plástico con un 7,13%, el vidrio con 3,98%, el cartón con 2,7% y metales con 1,65%; los cuales sumados representan un 15,46%.

Los resultados denominados de jardín corresponden a material producto de las viviendas con lotes con vocación agrícola.

Comparando los valores obtenidos, con el cuadro de la composición general de los residuos urbanos en países en desarrollo de la FAO, se puede inferir que la cabecera municipal de Cajibío tiene un porcentaje aceptable en lo que se refiere a residuos orgánicos, plásticos, vidrio, cartón y metales; lo que se tiene que considerar en el momento del diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos.

También es importante destacar que el 7,49% de los productos, que corresponde a la clasificación otros, se relaciona básicamente a papel higiénico y pañales. Esta categoría se incluyó, debido a que estos residuos no son reutilizables, por tanto son directamente depositados en el relleno sanitario.

Gráfico 6. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios



Fuente: Elaboración propia

* Incluye residuos de jardín, papel, textiles, madera, caucho y cuero, cerámica y otros

6.2 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA PLAZA DE MERCADO

La Tabla 13 ilustra los datos de caracterización de la plaza de mercado en la cabecera municipal.

Tabla 13. Datos de caracterización de la plaza de mercado de la cabecera municipal

TIPO	Peso (Kg)	%
Materia orgánica	135,75	94,35
Plástico	2,88	2
Papel	2	1,39
Madera	2	1,39
Vidrio	1,25	0,86
TOTAL	143,88	100

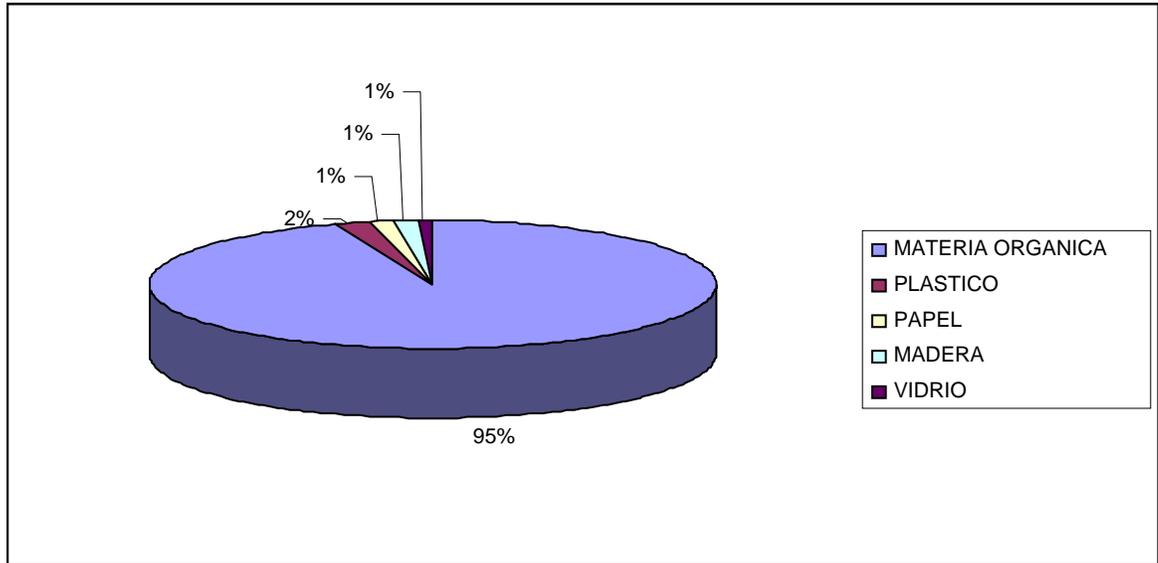
Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos, es de resaltar el alto porcentaje de materia orgánica (94,35%) encontrado contrastando con lo mínimo generado en cuanto a material inorgánico (5,65%), entre madera, plástico, papel y vidrio; además de la poca cantidad que se produce, las condiciones de presentación hacen difícil considerar su aprovechamiento.

Pero la materia orgánica por su cantidad y por ser un material netamente orgánico de rápida biodegradabilidad, es necesario considerar su tratamiento.

En el siguiente grafico se puede observar la caracterización porcentual de los residuos sólidos provenientes de la plaza de mercado

Gráfico 7. Composición física de los residuos Sólidos de la Plaza de mercado



Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en la caracterización de los residuos sólidos de la plaza de mercado, es de resaltar el alto porcentaje de materia orgánica (94,35%) encontrado contrastando con el mínimo generado en cuanto a material inorgánico (5,95%), entre madera, plástico, papel y vidrio.

6.3 MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL Y EN LOS CENTROS POBLADOS

6.3.1 Manejo de residuos sólidos en la cabecera municipal.- El manejo de los residuos sólidos en la cabecera municipal es responsabilidad de la Administración Municipal en las fases de recolección, transporte y disposición final.

Se elaboró una serie de encuestas entre la comunidad para establecer un diagnóstico del sistema de recolección, tratamiento y disposición de los residuos

sólidos en el Municipio de Cajibío, para las 50 viviendas seleccionadas en la caracterización de residuos sólidos; se respondieron la totalidad de las encuestas, el formato se presenta en el Anexo B, y a continuación se hace un análisis de ellas:

Se encontró que en los barrios Porvenir y Quindío, además de presentarse el mayor número de habitantes por vivienda 32 y 41 respectivamente, que corresponden a un 13 y 16% de un total de 255 personas, también se encuentran valores altos de habitantes que trabajan por vivienda con 11 y 14 personas respectivamente para un porcentaje de 13 y 17% de un total de 83 .El 42 % (35) de las personas que trabajan se dedican a la agricultura, el 23% (19) trabajan como independientes (especialmente en el área del transporte informal), el 18%(15) se dedica a otras actividades (confección de prendas de vestir especialmente), el 11%(9) son pequeños comerciantes, que venden sus productos los días sábados en la zona de la plaza de mercado y el 6%(5), trabajan como empleados públicos en la alcaldía municipal.

En cuanto a la información recogida sobre el manejo de los residuos sólidos en la vivienda, se encontró lo siguiente:

El 20% de los usuarios presentan la basura solo en bolsa plástica, el 24% lo hacen en recipientes plásticos (estopas entregadas por la alcaldía municipal), y el 56% lo hacen en bolsas plásticas y tarro De las 50 viviendas encuestadas el 70%(35) no realizan separación en la fuente, el 30%(15) restante lo realiza pero esporádicamente. Para la pregunta reutilizan las basuras que se generan?, el 76%(38) no reutilizan, y entregan la totalidad de las basuras generadas al vehículo recolector, en cambio el 24%(12), si lo hacen; de este 24% el 100%(12) reutilizan los residuos de alimentos, especialmente para el comida de los animales (directamente sin ningún proceso), y el 67%(8) también reutilizan los plásticos, especialmente las bolsas plásticas. El 76% de las viviendas entregan siempre las

basuras al carro recolector, mientras el 24% lo hacen algunas veces, de este porcentaje 8 entierran y queman, y 12 solo entierran.

En cuanto al préstamo del servicio de recolección, los encuestados ratificaron que se lleva a cabo los días lunes, una vez por semana, y que pagan una tarifa fija de \$1.400/mes. De las 50 viviendas encuestadas el 64% lo consideran bueno ya que el vehículo pasa cumplidamente, el 26% opina que es regular, por que al momento de trasladar las basuras al vehículo, estas se dispersan por toda la calle y el 10% dice que es malo, estos son los habitantes del barrio chayanni, que no cuenta con vías de acceso, siendo necesario trasladar las basuras a la esquina mas próxima, y muchas veces estas no son recogidas.

En lo que se refiere a la recolección de las basuras el 82%(41) hacen la presentación de las mismas en la acera de la casa, pues cuentan con buenas vías de acceso, mientras que el 18%(9) las llevan a la esquina mas próxima. Se les preguntó acerca de la disposición de separar las basuras de la vivienda, el 94% de los encuestados contestó que si, y resaltaron la importancia de este hábito, para incentivar el aprovechamiento de las basuras; pero el 6% restante dijo que no, por que no le veían ningún tipo de aplicación, consideraban que era un procedimiento muy dispendioso y sin sentido.

Además se ratificó que el servicio de barrido se presta al 24% del personal encuestado, estos son los habitantes que viven alrededor del parque central y barrios aledaños, en el 44% de las viviendas no se barre y en el 32% es responsabilidad individual o barren los vecinos. El 14% de la población encuestada conoce botaderos clandestinos en su barrio, donde se utilizan lotes baldíos para tal fin, el 86% no conoce casos de este tipo.

Las personas con vocación agrícola, contestaron las siguientes preguntas:

En su actividad agrícola el 77%(27) generan residuos de jardín, y empaques de agroquímicos mientras el 23%(8), produce únicamente residuos de jardín. En

cuanto a la forma de eliminación de estos residuos, el 34% de las familias los utiliza para la alimentación de animales, el 23% quema, especialmente los empaques de agroquímicos, y para el 43% restante no hay ningún tipo de tratamiento. El 83% de las personas que se dedican a la actividad agrícola, utiliza agroquímicos, y de este porcentaje, el 86% quema y entierra los empaques, mientras el 14 % solo quema.

Por ultimo, el 100% de los encuestados considera que el mal manejo de los residuos sólidos es un problema para su comunidad. La plaza de mercado de la cabecera municipal de Cajibío, se desarrolla en el coliseo cubierto de la plaza central, la producción de los residuos y la disposición de los mismos, casi en su mayoría se hacen dentro de si misma. Cabe anotar que alrededor de las instalaciones se ubican algunos vendedores, los cuales generan residuos que afectan la población vecina, alterando el espacio público.

En el punto 6.4 se desarrolla lo referente al sitio de disposición final de la zona urbana.

6.3.2 Manejo de residuos sólidos en los centros poblados.- Es común encontrar que el manejo de los residuos sólidos en las zonas rurales de los municipios del departamento del Cauca, son muy similares, debido a que las condiciones son relativamente iguales.

Los residuos inorgánicos si representan un problema serio para las comunidades rurales, puesto que, la disposición final de estos, se lleva a cabo mediante incineración, enterramiento o es arrojado a fuentes hídricas.

Este tipo de comportamiento genera una problemática ambiental de un impacto negativo significativamente alto, puesto que, por este tipo de disposición la contaminación de aguas, del aire y el deterioro de los suelos se acrecienta de forma regular.

Es importante resaltar que los centros poblados de “El Rosario” y “El Carmelo”, son zonas muy importantes para el municipio, los cuales pueden ser incluidos dentro del componente urbano, sin embargo, este no es el caso, o no se ha tomado de esta forma, debido a que el manejo de los residuos es diferente, al llevado a cabo, en el casco urbano del municipio.

Se elaboraron 10 encuestas en las localidades del El Rosario y el Carmelo, y se obtuvieron los siguientes resultados:

En cuanto a la actividad que desempeñan las personas que trabajan por vivienda, el 82% se dedica a la agricultura, y el 17% comercia productos en la plaza de mercado local.

En cuanto a la generación de basura en el 100% de las viviendas encuestadas se producen residuos de alimentos, y proporciones muy bajas de papel, cartón, plástico y vidrio.

En el 70% de las viviendas se reutilizan los residuos orgánicos producidos, en la alimentación de animales principalmente y en algunas ocasiones, las bolsas plásticas, cajas de cartón y frascos de vidrio.

Para la disposición de basuras que no se aprovechan 30%, se quema y/o se entierra.

El 100% de los habitantes considera que el mal manejo de los residuos sólidos es un problema para la comunidad.

En el Rosario y el Carmelo principalmente, según testimonios de los residentes y líderes comunitarios existe un alto nivel de reciclaje “espontáneo”, en el sentido de reutilización de objetos, empaques y envases por razones de economía y ahorro: los frascos de mermelada y mayonesa se vuelven vasos y envases para conservar alimentos, las cajas de cartón pueden servir mas de una vez, la ropa de los niños

grandes pasa a los pequeños y es remendada mas de una vez, etc. Por otro lado, existe un mercado de objetos de segunda mano (ropa, muebles, artículos y electrodomésticos), se prestan entre vecinos las herramientas, se consumen pocos alimentos procesados, se cambian los implementos domésticos con menor frecuencia. Todo lo anterior contribuye a mantener la producción de desechos en un nivel bajo.

Los centros poblados de “El Rosario” y “El Carmelo”, presentan una producción de residuos considerable, no existe un servicio de recolección, cuentan con botaderos a cielo abierto, pero estos, no poseen las condiciones necesarias para cumplir estas funciones.

A continuación se hace una descripción general de los sitios de disposición final de cada localidad visitada:

6.3.3 Botadero del Carmelo.- Este centro cuenta con un botadero en malas condiciones con medidas aproximadas de 10 x 10 y 3 m de profundidad, está ubicado a las afueras del centro poblado, al lado de la plaza donde se venden las verduras, funciona desde hace varios años atrás; no cuenta con un manejo adecuado de sus basuras, necesitando ser optimizado, con drenajes y chimeneas (diseños técnicos), ya que no cumple con las condiciones técnicas necesarias y exigidas para el manejo de lixiviados y gases y por lo tanto su tarea se limita a la recepción y depósito de los residuos realizada por los mismos habitantes del centro poblados, además se nota gran cantidad de basura tirada a su alrededor que se convierte en un foco de infección. Se cuenta con una persona que realiza los días lunes (día de mercado) la limpieza de la plaza y estos residuos son arrojados sin ninguna clasificación en este botadero.

6.3.4 Botadero del Rosario.- En el Rosario existe un botadero de basura informal en malas condiciones, utilizado por los habitantes del centro poblado, necesitando ser optimizado con drenajes y chimeneas ya que no cumple con las condiciones técnicas necesarias y exigidas para el manejo de lixiviados y gases, el botadero no cuenta con diseños ni estudios de ingeniería, para la implementación o gestión de un botadero de fabricación manual de buenas condiciones. El botadero es aprovechado por un grupo de personas que reciclan y logran con estos desperdicios obtener algunos ingresos económicos para sus familias. No se tiene datos de cantidades obtenidas³.

6.3.5 Botaderos rurales.- Los centros poblados mas representativos dentro del municipio como la Pedregosa, La venta, Casas Bajas, La Capilla; presentan un botadero informal en cada uno de ellos, con similares características, funcionan desde hace muchos años atrás, son utilizados por la comunidad residente de cada centro; se encuentran en muy malas condiciones, causando problemas de salubridad, contaminación del ambiente y dan mal aspecto al paisaje en general.

6.4 DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL

En Cajibío, existe un relleno sanitario que posee la clasificación de vertedero controlado puesto que se hace periódicamente el cubrimiento de los residuos depositados, ocasionalmente existe presencia de moscas las cuales se controlan mediante la utilización de insecticidas y otros métodos de manejo técnico como, el mejoramiento de la capa de cobertura. El cubrimiento de los residuos se hace con material de relleno, sin embargo esta capa es muy delgada, lo cual no garantiza un cubrimiento adecuado.

Este sistema de disposición final lleva de funcionamiento nueve años(desde 1997), está situado en las afueras de la cabecera, en la vía que conduce al Cairo,

³ Tomado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial, Municipio de Cajibío

el relleno tiene un volumen disponible de 5160 m³, teniendo una vida útil de 9 años, su manejo se hace en forma manual, por parte de un operario que trabaja 32 horas/semana, haciendo la compactación de las basuras; el estado o condiciones del basurero se consideran buenas, con buenos espacios, que permiten el descargue de las basuras y el depósito de ellas, pero dicho relleno no cuenta con un sistema de drenaje y recolección de lixiviados razón por la cual la ubicación de la descarga de lixiviados para su respectivo aforo, no se puede realizar por medición directa, quedando como única alternativa la medición del vertimiento de lixiviados por el método indirecto sugerido en la metodología del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Para la medición indirecta se utilizara la siguiente fórmula:

$$Q = k * \frac{NT * LIA}{1.000 * 365} * \frac{1litro}{86,4segundo}$$

Donde:

NT (Cantidad de residuos totales colocados en el sitio, en toneladas)⁴ = 2112 ton.

LIA (Promedio de lluvia anual, en mm/año) = 2057 mm de lluvia al año.

K (Constante de permeabilidad) = 0.1, para sitios de disposición final que no poseen cobertura diaria (cielo abierto).

Q (caudal de lixiviados) = 0.0137 litros / segundos.

Para la estimación de DBO₅ y SST se asume que la DBO₅ de los lixiviados debe estar en un rango promedio de 929 – 2580 mg/l y los sólidos suspendidos de 42 – 88 mg/l⁵.

⁴ Se considera que 1 tonelada de residuos sólidos colocada ocupa 1 m² de área

Se toman valores medios de 1700 mg/l para DBO₅ y 65 mg/l para SST, debido al alto porcentaje de materia orgánica que se genera en la localidad, este porcentaje esta directamente relacionado con la generación de estos parámetros.

El factor que acompaña a Q, para cada expresión, permite obtener la carga de DBO₅ y SST en toneladas/mes

$$\text{Carga DBO}_5 = 4,40 * Q = 0.060 \text{ ton/mes.}$$

$$\text{Carga SST} = 0,17 * Q = 0.0023 \text{ ton/mes.}$$

Estos datos representan una carga considerable de lixiviado contaminante, se resalta la importancia de que se realicen estudios técnicos específicos que permitan cuantificar con mayor precisión, los parámetros, relacionados con la generación de lixiviados y así evaluar el nivel de afectación de este, en fuentes hídricas cercanas, además instaurar las posibles alternativas de solución, para dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1594/84.

En visitas técnicas realizadas se pudo observar que existe un cuerpo de agua superficial a 4 m del relleno sanitario, esto sumado, a la generación de lixiviado, establece que se estarían ocasionando posibles problemas de salubridad a las personas que se beneficien de este recurso hídrico, además se estaría incumpliendo directamente con los valores recomendados por la Norma RAS Título F (restricciones y distancias mínimas).

⁵ Promedios tomados como parámetros típicos de lixiviados en rellenos de Latinoamérica – Presentación “Tratamiento de lixiviados en Latinoamérica”, PhD Lorena L. Salazar

Por otra parte el sitio de disposición final se encuentra a una distancia del casco urbano de 5 Km, con un tiempo de recorrido de 7 minutos, cumpliendo con la distancia mínima con respecto al límite del casco urbano, según el RAS Título F de 1000 m, facilitándose de esta forma la labor de mantenimiento y minimizando costos a la administración municipal.

Cerca al relleno sanitario se encuentra la planta para el manejo y gestión de residuos sólidos, la cual se construyó en el año 2000, tiene un área de 800 m², cuenta con una infraestructura adecuada, que consta de una caseta de vigilancia, una estructura o ramada con bases metálicas y cubierta de eternit, cuenta con espacios para el separado, la zona de trituración, zona de las camas o depósitos para la descomposición del material orgánico o compost y zona de almacenamiento, pero actualmente no se encuentra en funcionamiento.

6.5 TALLERES DE SENSIBILIZACION, EDUCACION Y PARTICIPACION COMUNITARIA

En el mes de agosto de 2006, en las instalaciones de los centros educativos Efraín Orozco, Carmen de Quintana, y el Instituto Técnico Agropecuario y Forestal (ITAF), se presentó la socialización de resultados del presente trabajo, en forma de talleres, incluyendo la presentación del material multimedia “Vinculación de los estudiantes de 10 y 11, desde su práctica del servicio social estudiantil (SSE), en la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) en los municipios menores de 50.000 habitantes” .(Elaborado por la UNICEF)

El propósito de estos talleres fue brindar información a los estudiantes, docentes y directivos de los centros educativos seleccionados, funcionarios de la UMATA, líderes comunitarios y la comunidad en general del manejo actual de los residuos sólidos y posibles alternativas de tratamiento de los mismos, en la cabecera

municipal y centros poblados mas representativos y al mismo tiempo generar condiciones favorables para que directivos, docentes y estudiantes de las Instituciones Educativas mencionadas, valoren el área de residuos sólidos como un campo interesante para la práctica del servicio social estudiantil (SSE), y desarrollen una primera etapa en el proceso de formación básica para llevarla a cabo en sus respectivas comunidades y comuniquen sus experiencias a otros centros educativos. Esta formación, en el contexto de la educación ambiental, como proceso debe ser continuado por los docentes de las instituciones educativas, pero principalmente con la acción directa del estudiantado “interesado” en la prestación de este servicio, esta formación permite que las y los estudiantes de los grados 10 y 11 desarrollen competencias científicas relacionadas con el manejo de residuos sólidos y competencias ciudadanas a partir del trabajo comunitario con enfoques pedagógicos que fomentan su participación en comunidad, para que de esta manera fortalezcan su compromiso con el país. Con estas acciones se contribuye al mejoramiento de las prácticas personales y comunitarias de manejo de residuos sólidos trabajando de la mano con las alcaldías, las empresas públicas de aseo y en el contexto de los PGIRS.

- El taller fue organizado por el estudiante pasante de la Universidad del Cauca y el secretario de Desarrollo Agropecuario, Ambiental y Económico del Municipio de Cajibío, y su grupo de colaboradores, estos últimos asistieron a la totalidad de los talleres.
- En total asistieron 52 personas del centro educativo Efraín Orozco, 43 personas del ITAF y 55 personas del colegio Carmen de Quintana, entre estudiantes, docentes, directivos y líderes comunitarios.
- Se desarrollaron los aspectos básicos para la comprensión de la metodología de trabajo, dejando al grupo en capacidad de continuar la apropiación de la misma mediante un trabajo de autoformación.

- A todos los participantes les fue entregado el material didáctico completo, incluyendo las presentaciones realizadas durante el evento.
- Se concertó un plan básico de actividades construido por cada uno de los actores participantes.

A continuación se registran algunas síntesis de las intervenciones realizadas por los asistentes a los talleres; además un resumen de las presentaciones realizadas por el estudiante pasante de la UNICAUCA y la evaluación del evento llevada a cabo por los mismos.

Los talleres se desarrollaron en las horas de la mañana, tuvieron una duración promedio de 3 horas, se realizaron primero las presentaciones de los participantes y las instalaciones de los eventos y posteriormente se desarrollo la socialización del trabajo por parte del estudiante de la UNICAUCA.

INSTALACION

En la mesa de instalación de los talleres participó el Secretario de Desarrollo Agropecuario, Ambiental y Económico del Municipio de Cajibío, y se recogió una síntesis de sus intervenciones:

- La educación, los procesos de enseñanza y aprendizaje, son transectoriales. No puede haber ningún programa sin educación ambiental, esta, es por tanto, la base del trabajo de la Secretaria, que nos ha permitido reorientar nuestro rumbo y superar nuestras metas.
- El propósito de este taller es muy importante pues tenemos en el Municipio graves problemas con los residuos sólidos.
- Los colegios han adelantado mucho, tienen sus proyectos de reciclaje y compostaje, incluso algunos están generando ingresos marginales, además, para los jóvenes esta es una buena oportunidad para que entren en contacto con su comunidad.

PARTICIPANTES Y EXPECTATIVAS

Tomando como referencia la asistencia (150 personas en total), se contó con la participación de 2 representantes de la administración municipal, 5 líderes comunitarios y 143 personas en la calidad de estudiantes y docentes. A continuación en la Tabla 14 se hace una descripción de los participantes en general a los tres talleres.

Tabla 14 Descripción de los participantes

Descripción	Número	%
Estudiantes	126	84
Docentes coordinadores SSE	4	3
Otros docentes	10	7
Directivos docentes	3	2
Secretaria de Desarrollo Agropecuario Ambiental y Económico (S.D.A.A.E.)	2	1
Lideres Comunitarios	5	3
TOTAL	150	100

Fuente: Elaboración propia

Los participantes, organizados por Institución Educativa (IE) plantearon las siguientes expectativas.

Tabla 15. Expectativa de los participantes por grupo

INSTITUCION EDUCATIVA	EXPECTATIVAS
Centro Educativo Efraín Orozco	<p>Aprender para ponerle ambiente a la vida y ayudarle a la gente.</p> <p>Fomentar y poner en práctica lo que aprendamos en el taller.</p> <p>Contribuir al mejoramiento del medio ambiente.</p> <p>Recibir la capacitación, apropiarnos de ella para institucionalizarla en nuestra institución</p> <p>Articular este proceso a los proyectos Ambientales Escolares (PRAE)⁶.</p> <p>Recoger experiencias que se puedan Implementar en nuestra Institución Educativa (IE) y en nuestro municipio.</p>
Centro Educativo carmen de Quintana	<p>Contribuir al mejoramiento del medio ambiente y a la calidad de vida de los habitantes de nuestro municipio</p> <p>Integrarnos y conocer las experiencias de todos.</p> <p>Fortalecer los procesos que ya se han iniciado.</p> <p>Fortalecernos conceptualmente, llevarlo a la IE y compartirlo con la comunidad.</p> <p>Ser capaces de impulsar una cultura ambiental para el manejo de la basura.</p>
ITAF	<p>A partir de este taller organizar mejor el SSE en GIRS.</p> <p>Tomar conciencia del medio ambiente como eje de nuestra formación.</p>

⁶ El Proyecto ambiental escolar, es un proyecto pedagógico que busca incorporar la dimensión ambiental, en todos los procesos educativos que se generan en la escuela y se convierte en la columna vertebral del Proyecto Educativo Institucional - PEI.

INSTITUCION EDUCATIVA	EXPECTATIVAS
	<p>Todos juntos por un mejor mañana. Retroalimentar nuestro proyecto con las experiencias de todo el grupo y sus enseñanzas.</p> <p>Consolidar un grupo gestor para el manejo de basuras dentro y fuera de la institución familiar.</p> <p>Insertar el proyecto "hacia una cultura de los residuos sólidos y del ambiente" en el plan de estudios.</p>

Fuente: Elaboración propia

6.5.1 Primera fase.- A continuación se realiza una síntesis de la presentación del problema “Incremento en la generación de residuos sólidos de los municipios y su inadecuado manejo” en el contexto nacional y municipal, presentación que se desarrolló de igual manera para los tres centros educativos.

6.5.1.1 Presentación del problema.- “El incremento en la generación de residuos sólidos en los municipios y su inadecuado manejo se constituyen en un serio problema para la salud y el medio ambiente”.

Luego de identificado el problema, se hizo la presentación del material multimedia “Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales” (Elaborado por la UNICEF), desarrollando los siguientes ítems:

Por que tanta basura?

Se desataca el incremento de la población y la mayor generación de residuos sólidos por habitante multiplican las basuras.

Afectación de los residuos sólidos

Se hace énfasis en que el aumento de las basuras y su inadecuado manejo contaminan el ambiente y es causa de plagas y enfermedades en las localidades municipales

Plan de gestión de los residuos sólidos municipales

Un plan de manejo de residuos sólidos municipal debe ser integral, es decir, contemplar los aspectos sociales, ambientales, técnicos, económicos e institucionales.

Se destaca el hecho de que esta situación puede cambiar:

- Con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Con la ley de Educación Ambiental y la norma que establece el Servicio Social Estudiantil para los grados 9, 10 y 11.

En el contexto nacional

En el mundo se producen 4.8 millones de toneladas diariamente, en Colombia aproximadamente 25.000 toneladas de las cuales se recuperan apenas entre el 5 y el 7%, 13.000 toneladas son descargadas diariamente a cuerpos superficiales de agua y botaderos a cielo abierto, solamente el 9% de los municipios colombianos cuentan con un buen sistema de disposición final.

Considerando esta problemática, UNICEF, en coordinación con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y otras instituciones nacionales, viene desarrollando el Programa de Capacitación y Asistencia Municipal en Residuos Sólidos en el marco del cual se desarrolla el apoyo a los municipios para la formulación de los PGIRS, y el fortalecimiento del SSE en GIRS. La estrategia usada es la formación de multiplicadores a través de

procesos presénciales y de autoformación apoyados en material didáctico desarrollado para el Programa.

Para terminar se compartió el vídeo sobre SSE en GIRS⁷

En el contexto municipal

Se habla de que cada vez se origina mayor volumen de residuos por el aumento de la población del municipio y este no dispone de un sistema de manejo adecuado.

Se plantean las siguientes preguntas:

- Qué hacer con los residuos sólidos del municipio?
- Qué le interesa saber a la comunidad y a las autoridades municipales sobre este problema?
- Cómo conseguir recursos?
- Cómo evitar un problema ambiental y de salud mayor al que se tiene?
- Cómo garantizar la implementación de tecnologías que se puedan manejar localmente?
- Cómo asegurar las fases de operación, mantenimiento y administración de un proyecto factible, de tal manera que no se quede solo en la fase de construcción?

Se estableció que la respuesta a las preguntas anteriormente formuladas es la siguiente:

⁷ "MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES", Multimedia, UNICEF, Sin fecha.

Es necesario efectuar un diagnóstico del manejo actual de las basuras y, en caso de establecer que éste no es adecuado, deberá elaborarse un Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos, con arreglo a la normatividad vigente y teniendo en cuenta que, tratándose de un servicio público es, por mandato constitucional, inherente a la finalidad social del Estado.

Posteriormente se destacó que los municipios tienen especificidades relacionadas con los siguientes aspectos:

- Distribución y estratificación de la población
- Cantidad y calidad de los residuos sólidos producidos
- Alternativas tecnológicas
- Participación comunitaria
- Relaciones institucionales

Más adelante se incluyeron algunas disposiciones relacionadas con los residuos sólidos, el servicio de aseo y las responsabilidades que, de acuerdo con la Ley, competen a la Administración Municipal.

6.5.2 Segunda fase

Para la presentación “Manejo actual de los residuos sólidos en el municipio”, se socializo lo desarrollado en el literal 6.3 del presente trabajo.

6.5.3 Tercera fase

En cuanto a la ponencia “Identificación de posibles tecnologías para el tratamiento de los residuos sólidos”, se hizo énfasis en la implementación de compost y lombricultura, como manejo de las basuras generadas.

6.5.4 Cuarta fase

Para la última etapa del taller, se hizo la presentación del SSE integrado a la GIRS, y posteriormente se desarrolló la aplicación de la metodología de transformación participativa en higiene, agua y saneamiento (TPHAS) (Material Multimedia “Servicio Social Estudiantil Integrado al Manejo Integral de los Residuos Sólidos – UNICEF)

6.5.4.1 Presentación del SSE integrado a la GIRS

El proyecto⁸ se enfoca en socializar conceptos, metodologías e instrumentos para incentivar y apoyar el desarrollo del SSE en el campo de los residuos sólidos, enmarcado en la educación en higiene, agua y saneamiento, en la perspectiva de la educación ambiental y el mejoramiento de la salud y la calidad de vida de las comunidades. El material básico para el desarrollo del proyecto es el multimedia sobre Servicio Social Estudiantil en Agua, Saneamiento e Higiene.

Al finalizar la primera etapa del proyecto se esperan comunidades con hábitos fortalecidos para el manejo integral de residuos sólidos; estudiantes haciendo formación con las comunidades e instituciones educativas con el proyecto integrado al currículo y trabajando de la mano con las alcaldías, las empresas públicas de aseo y en el contexto de los PGIRS. En síntesis se espera que el SSE en GIRS se desarrolle teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Como **proceso formativo**, fortaleciendo en los estudiantes competencias ciudadanas y científicas.
- Con **proyección a la comunidad**, tal como la ley lo ordena.
- **Contextualizado**, respondiendo a los problemas ambientales locales

⁸ Proyecto integración del SSE en la GIRS, primera etapa para la implementación del PGIRS del Municipio de Cajibío

relativos al manejo de los residuos sólidos, articulado con el PGIRS.

- **Articulado con representantes comunitarios y especialistas** en residuos sólidos.
- **Articulado con otros programas** desarrollados en el municipio, tales como La Cultura del Agua, Promotores ambientales comunitarios, etc.
- **Articulado al PEI y al PRAE** Logrando la transversalidad curricular y la institucionalización.
- **Sistematizado**, de manera que se recuperen las lecciones aprendidas.
- **Gestionado** por todos los participantes: locales, departamentales y nacionales.

En el proyecto se esperan los siguientes compromisos por parte de los diferentes actores:

- **Los(as) estudiantes, docentes** participan activamente en el proyecto.
- **Los Rectores de las instituciones escolares**, generan condiciones para que los docentes inviertan el tiempo requerido para participar en las actividades de formación, preparar los estudiantes y acompañarlos en su servicio social, sistematizar la experiencia y compartir los resultados con el equipo departamental.
- **Los líderes comunitarios y funcionarios relacionados con el manejo de residuos sólidos en los municipios –Comité PGIRS, ESP de aseo, promotores de saneamiento, promotores ambientales-**, en el escenario del comité técnico del PGIRS, identifican proyectos para integrar a las y los estudiantes, apoyan financieramente el SSE en GIRS desde los proyectos en marcha o gestionando nuevos proyectos.
- **El alcalde, secretarios municipales de planeación, salud, educación y los directores de núcleo**, gestionan actividades del proyecto, recursos y delegan funcionarios para su desarrollo. Apoyan a las instituciones escolares y sistematizan el proyecto.

- **El gobernador, los secretarios departamentales de planeación, salud y educación, el director de la Corporación Autónoma Regional (CRC), del SENA y de las universidades, los gerentes de ONG ambientales,** delegan el personal requerido y garantizan continuidad en el proceso, apoyan con contrapartidas institucionales y con asistencia técnica el desarrollo del proyecto.

Se espera que el proyecto sea una oportunidad para fortalecer el liderazgo del sector educativo en coordinación con el sector ambiental.

6.5.4.2 Aplicación de la metodología (TPHAS).- Usando el multimedia⁹ se llevó a cabo la última fase del taller, un trabajo en grupos con el propósito de apropiar la metodología de transformación participativa en higiene, agua y saneamiento (TPHAS). Los grupos organizados por cada institución, trabajaron usando el computador y también usando fotocopias de las láminas. Después del trabajo en grupos sobre cada actividad, se realizaron plenarios en las cuales se discutió sobre los contenidos y la metodología utilizada. En el registro fotográfico ANEXO C, se pueden observar los resultados de los trabajos realizados.

La metodología TPHAS facilita la planificación comunitaria mediante ejercicios muy sencillos, usando dibujos realizados por la propia comunidad. Se centra en la toma de conciencia sobre los hábitos higiénicos que ponen en riesgo la salud o la protegen. Esta conciencia se logra mediante el análisis participativo de las condiciones de salud y de abastecimiento de agua y saneamiento, y el autodescubrimiento de las rutas de transmisión de enfermedades y de las medidas comunitarias necesarias para bloquearlas. Estas medidas consisten básicamente en hábitos saludables y condiciones materiales para facilitarlos.

La planificación incluye las cuatro fases, siete pasos y quince actividades que se

⁹ “SERVICIO SOCIAL ESTUDIANTIL”, UNICEF, Sin fecha.

ilustran en la tabla siguiente:

Tabla 16. Fases, pasos y actividades de la metodología TPHAS

Fase	Paso	Actividades (*)
1. Análisis de situaciones.	1. Identificación de problemas.	1. Historias de la comunidad. 2. Problemas de salud de la comunidad. 3. Proyectando el agua y el saneamiento en la comunidad.
	2. Análisis de problemas.	1. Buenos y malos hábitos de higiene. 2. Investigación de las prácticas de la comunidad. 3. Cómo se propagan las enfermedades.
2. Análisis de soluciones.	3. Cómo planificar las soluciones.	1. Bloqueo de la propagación de enfermedades. 2. Selección de barreras. 3. Tareas de hombres y mujeres en la comunidad.
	4. Cómo seleccionar opciones.	1. Elección de mejoras en saneamiento. 2. Elección de mejores hábitos de higiene.
3. Organización del proyecto.	5. Cómo planificar las nuevas instalaciones y los cambios de comportamiento.	1. Planificación para el cambio. 2. Planificación de las tareas de cada persona.
4: Control y evaluación.	6. Cómo controlar y evaluar el progreso.	1. Preparación para corregir el progreso.
	7. Cómo evaluar participativamente.	1. Controlando el progreso.

(*) Cada actividad se desarrolla mediante una herramienta específica.
Durante los talleres se desarrollaron las actividades de los pasos 1 ,2 y 3.

Fuente: Elaboración propia

Durante los diálogos en plenaria, en los cuales se realizaban reflexiones sobre las actividades en términos de contenidos y metodología, se hicieron entre otras las siguientes aclaraciones y sugerencias, que deben ser tenidas en cuenta en la aplicación de la metodología:

- Los ejercicios planteados en la metodología se desarrollan con grupos representativos de la comunidad. Deben complementarse con actividades intradomiciliarias - reuniones con las familias o algunos de sus miembros-, con recorridos de observación, información a través de los medios masivos de comunicación y otras actividades que se consideren necesarias de acuerdo con cada situación.
- La metodología facilita una comprensión de complejidad creciente por la vía del autodescubrimiento a partir del dialogo. Esto implica ser pacientes y hacer las preguntas adecuadas más que ofrecer respuestas inmediatas de carácter científico.
- Los facilitadores deben cuidarse de no realizar juicios de valor sobre las opiniones de las personas y no avergonzarlos por ellas.
- La discusión, usando las láminas, debe considerar primero una concertación sobre lo que el dibujo muestra (el hecho, la acción) y luego sobre la valoración que las personas realizan del hecho ilustrado.
- Después de realizar el mapa comunitario para el análisis de las problemáticas de saneamiento, los problemas deben precisarse para tener indicadores de base que permitan trazar metas.
- La discusión sobre los hábitos higiénicos debe tener muy en cuenta aquellos clasificados como “regulares” porque pueden corresponder a hábitos que no tienen que ver con la higiene (y por eso no son clasificados como buenos o malos), o se trata de hábitos en los que algunos de los pasos realizados protegen la salud pero otros no; esto permite identificar los puntos de partida para el cambio.
- En la actividad de propagación de enfermedades deben plantearse tantos pasos como sea posible. Esto permitirá, además de identificar con claridad la ruta o rutas, proponer y analizar varios bloqueos.
- En el ejercicio sobre bloqueo de enfermedades (facilidades y hábitos) deben tenerse en cuenta que entre más cerca se esté del inicio de la ruta de

transmisión, más preventivo es el bloqueo.

- La metodología y sus herramientas - como las matrices de votación "secreta" -, son aplicables a otras problemáticas, como por ejemplo conocer el sentimiento de los estudiantes respecto al desempeño de los docentes, o trabajar temas como el maltrato infantil, el abuso sexual, etc.

6.5.5 Evaluación del taller por los participantes.- Al finalizar los participantes evaluaron el taller diligenciando un formato que permite consignar opiniones sobre cinco aspectos: contenido temático, metodología, rol del facilitador, participación del grupo y organización del evento. Se usan cuatro grados de calificación: excelente, buena, regular y deficiente.

Los resultados completos de la evaluación y las observaciones que realizaron los participantes pueden consultarse en el Anexo D. Cuarenta y cinco personas diligenciaron la evaluación, 15 personas por institución, la totalidad de docentes, directores y líderes comunitarios y algunos estudiantes; los resultados pueden sintetizarse así:

- El 95% de los votos fue asignado a las calificaciones excelente (58%) o buena (37%).
- La metodología fue el aspecto que recibió el mayor porcentaje de votos con la calificación de excelente (72%).
- Las observaciones más frecuentemente expresadas por los participantes en la evaluación final fueron la mayor continuidad de este tipo de capacitaciones y la necesidad de que se haga seguimiento a las acciones después del taller.

7 FORMULACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

La formulación de alternativas requiere determinar las **proyecciones** necesarias, la **identificación de componentes** del servicio de aseo como alternativas de aprovechamiento y manejo de residuos sólidos y la evaluación de alternativas a partir de estudios de **prefactibilidad y factibilidad**, para de esta forma seleccionar la alternativa con mejor costo-beneficio.

7.1 PROYECCIONES

Para la formulación y evaluación de alternativas es necesario contar con proyecciones de: población y tipo de residuo. Las proyecciones facilitan obtener información aproximada del comportamiento de estas variables en un tiempo determinado para plantear soluciones de acuerdo con la dimensión real de los problemas.

Para determinar la población actual y proyectarla a 15 años se consideraron los datos de los censos de 1985 y 1993¹⁰, su comportamiento es lineal, y por tanto se escogió este método de proyección.

Para el aumento anual en la producción de basuras, se tuvo en cuenta un incremento anual recomendado para poblaciones pequeñas con un crecimiento bajo de ppc, de 0,5%.**(4)**

¹⁰ Registro anuario estadístico del Departamento del Cauca - 2004

Tabla 17. Proyección anual de basuras

AÑO	Nº HAB	PPC				
		Kg/hab*dia	TON/DIA	TON/SEM	TON/MES	TON/AÑO
2005	2347	0,38	0,89	6,24	24,97	299,59
2006	2425	0,38	0,93	6,48	25,93	311,13
2007	2504	0,38	0,96	6,72	26,90	322,79
2008	2582	0,39	1,00	6,97	27,88	334,55
2009	2660	0,39	1,03	7,22	28,87	346,42
2010	2739	0,39	1,07	7,47	29,87	358,41
2011	2817	0,39	1,10	7,72	30,88	370,50
2012	2895	0,39	1,14	7,97	31,89	382,71
2013	2974	0,40	1,18	8,23	32,92	395,03
2014	3052	0,40	1,21	8,49	33,95	407,46
2015	3130	0,40	1,25	8,75	35,00	420,01
2016	3209	0,40	1,29	9,01	36,06	432,67
2017	3287	0,40	1,33	9,28	37,12	445,45
2018	3365	0,41	1,36	9,55	38,20	458,34
2019	3444	0,41	1,40	9,82	39,28	471,36
2020	3522	0,41	1,44	10,09	40,37	484,49

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la cantidad de residuos aprovechables, a continuación se presentan en las Tablas 18, 19, 20, 21, 22, proyecciones de cada tipo de residuo de posible recuperación en un periodo de 15 años.

Tabla 18. Proyección producción de materia orgánica domiciliaria

AÑO	Nº HAB	PPC M.O. Kg/hab.d	TON/DIA	TON/ SEM	TON/ MES	TON/ AÑO
2005	2347	0,28	0,65	4,54	18,14	217,74
2006	2425	0,28	0,67	4,71	18,84	226,13
2007	2504	0,28	0,70	4,89	19,55	234,60
2008	2582	0,28	0,72	5,07	20,26	243,15
2009	2660	0,28	0,75	5,25	20,98	251,78
2010	2739	0,28	0,78	5,43	21,71	260,49
2011	2817	0,28	0,80	5,61	22,44	269,28
2012	2895	0,29	0,83	5,79	23,18	278,15
2013	2974	0,29	0,85	5,98	23,93	287,10
2014	3052	0,29	0,88	6,17	24,68	296,14
2015	3130	0,29	0,91	6,36	25,44	305,26
2016	3209	0,29	0,94	6,55	26,21	314,46
2017	3287	0,29	0,96	6,74	26,98	323,75
2018	3365	0,29	0,99	6,94	27,76	333,12
2019	3444	0,30	1,02	7,14	28,55	342,58
2020	3522	0,30	1,05	7,34	29,34	352,13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Proyección de producción de vidrio

AÑO	Nº HAB	PPC Vidrio Kg/hab.d	TON/DIA	TON/ SEM	TON/ MES	TON/ AÑO
2005	2347	0,02	0,04	0,25	0,99	11,92
2006	2425	0,02	0,04	0,26	1,03	12,38
2007	2504	0,02	0,04	0,27	1,07	12,85
2008	2582	0,02	0,04	0,28	1,11	13,32
2009	2660	0,02	0,04	0,29	1,15	13,79
2010	2739	0,02	0,04	0,30	1,19	14,26
2011	2817	0,02	0,04	0,31	1,23	14,75
2012	2895	0,02	0,05	0,32	1,27	15,23
2013	2974	0,02	0,05	0,33	1,31	15,72
2014	3052	0,02	0,05	0,34	1,35	16,22
2015	3130	0,02	0,05	0,35	1,39	16,72
2016	3209	0,02	0,05	0,36	1,44	17,22
2017	3287	0,02	0,05	0,37	1,48	17,73
2018	3365	0,02	0,05	0,38	1,52	18,24
2019	3444	0,02	0,06	0,39	1,56	18,76
2020	3522	0,02	0,06	0,40	1,61	19,28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Proyección producción metal – chatarra

AÑO	Nº HAB	PPC Metal Kg/hab.d	TON/DIA	TON/ SEM	TON/ MES	TON/ AÑO
2005	2347	0,01	0,01	0,10	0,41	4,94
2006	2425	0,01	0,02	0,11	0,43	5,13
2007	2504	0,01	0,02	0,11	0,44	5,33
2008	2582	0,01	0,02	0,12	0,46	5,52
2009	2660	0,01	0,02	0,12	0,48	5,72
2010	2739	0,01	0,02	0,12	0,49	5,91
2011	2817	0,01	0,02	0,13	0,51	6,11
2012	2895	0,01	0,02	0,13	0,53	6,31
2013	2974	0,01	0,02	0,14	0,54	6,52
2014	3052	0,01	0,02	0,14	0,56	6,72
2015	3130	0,01	0,02	0,14	0,58	6,93
2016	3209	0,01	0,02	0,15	0,59	7,14
2017	3287	0,01	0,02	0,15	0,61	7,35
2018	3365	0,01	0,02	0,16	0,63	7,56
2019	3444	0,01	0,02	0,16	0,65	7,78
2020	3522	0,01	0,02	0,17	0,67	7,99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Proyección producción de cartón

AÑO	Nº HAB	PPC Cartón Kg/hab.d	TON/DIA	TON/ SEM	TON/ MES	TON/ AÑO
2005	2347	0,01	0,02	0,17	0,67	8,09
2006	2425	0,01	0,03	0,18	0,70	8,40
2007	2504	0,01	0,03	0,18	0,73	8,72
2008	2582	0,01	0,03	0,19	0,75	9,03
2009	2660	0,01	0,03	0,19	0,78	9,35
2010	2739	0,01	0,03	0,20	0,81	9,68
2011	2817	0,01	0,03	0,21	0,83	10,00
2012	2895	0,01	0,03	0,22	0,86	10,33
2013	2974	0,01	0,03	0,22	0,89	10,67
2014	3052	0,01	0,03	0,23	0,92	11,00
2015	3130	0,01	0,03	0,24	0,95	11,34
2016	3209	0,01	0,03	0,24	0,97	11,68
2017	3287	0,01	0,04	0,25	1,00	12,03
2018	3365	0,01	0,04	0,26	1,03	12,38
2019	3444	0,01	0,04	0,27	1,06	12,73
2020	3522	0,01	0,04	0,27	1,09	13,08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Proyección producción de plástico

AÑO	Nº HAB	PPC Plástico Kg/hab.d	TON/DIA	TON/ SEM	TON/ MES	TON/ AÑO
2005	2347	0,03	0,06	0,45	1,78	21,36
2006	2425	0,03	0,07	0,46	1,85	22,18
2007	2504	0,03	0,07	0,48	1,92	23,01
2008	2582	0,03	0,07	0,50	1,99	23,85
2009	2660	0,03	0,07	0,51	2,06	24,70
2010	2739	0,03	0,08	0,53	2,13	25,55
2011	2817	0,03	0,08	0,55	2,20	26,42
2012	2895	0,03	0,08	0,57	2,27	27,29
2013	2974	0,03	0,08	0,59	2,35	28,17
2014	3052	0,03	0,09	0,61	2,42	29,05
2015	3130	0,03	0,09	0,62	2,50	29,95
2016	3209	0,03	0,09	0,64	2,57	30,85
2017	3287	0,03	0,09	0,66	2,65	31,76
2018	3365	0,03	0,10	0,68	2,72	32,68
2019	3444	0,03	0,10	0,70	2,80	33,61
2020	3522	0,03	0,10	0,72	2,88	34,54

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta en la tabla 23, la proyección de la materia orgánica proveniente de la plaza de mercado a 15 años, con fines de aprovechamiento.

Tabla 23. Proyección materia orgánica de la plaza de mercado

AÑO	Nº HAB	PPC M.O. Kg/hab.sem	Kg/sem	Kg/mes	Kg/año
2005	2347	0,058	135,75	543,00	6516,04
2006	2425	0,058	140,28	561,13	6733,51
2007	2504	0,058	144,81	579,25	6950,98
2008	2582	0,058	149,34	597,37	7168,45
2009	2660	0,058	153,87	615,49	7385,92
2010	2739	0,058	158,40	633,62	7603,39
2011	2817	0,058	162,93	651,74	7820,86
2012	2895	0,058	167,47	669,86	8038,32
2013	2974	0,058	172,00	687,98	8255,79
2014	3052	0,058	176,53	706,11	8473,26
2015	3130	0,058	181,06	724,23	8690,73
2016	3209	0,058	185,59	742,35	8908,20
2017	3287	0,058	190,12	760,47	9125,67
2018	3365	0,058	194,65	778,60	9343,14
2019	3444	0,058	199,18	796,72	9560,61
2020	3522	0,058	203,71	814,84	9778,08

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la cantidad de residuo orgánico aprovechable, a continuación se presenta en la tabla 24 la proyección del total de materia orgánica, proveniente de las viviendas y la plaza de mercado para un periodo de 15 años.

Tabla 24. Proyección materia orgánica total

AÑO	Nº HAB	PPC M.O. TOTAL Kg/hab.d	TON/DIA	TON/ SEM	TON/ MES	TON/ AÑO
2005	2347	0,2883	0,68	4,74	18,94	227,32
2006	2425	0,2883	0,70	4,89	19,58	234,91
2007	2504	0,2883	0,72	5,05	20,21	242,50
2008	2582	0,2883	0,74	5,21	20,84	250,08
2009	2660	0,2883	0,77	5,37	21,47	257,67
2010	2739	0,2883	0,79	5,53	22,10	265,26
2011	2817	0,2883	0,81	5,68	22,74	272,84
2012	2895	0,2983	0,86	6,04	24,18	290,16
2013	2974	0,2983	0,89	6,21	24,83	298,01
2014	3052	0,2983	0,91	6,37	25,49	305,86
2015	3130	0,2983	0,93	6,54	26,14	313,71
2016	3209	0,2983	0,96	6,70	26,80	321,56
2017	3287	0,2983	0,98	6,86	27,45	329,41
2018	3365	0,2983	1,00	7,03	28,10	337,26
2019	3444	0,3083	1,06	7,43	29,72	356,68
2020	3522	0,3083	1,09	7,60	30,40	364,79

Fuente: Elaboración propia

7.2 IDENTIFICACION DE COMPONENTES DEL SERVICIO DE ASEO COMO BASE PARA LA FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se identificaron tres ejes básicos enfocados a los componentes del servicio de aseo; **(I) la sensibilización, educación y participación comunitaria**, que

promuevan la minimización de la producción de residuos, las actividades de separación en la fuente, reuso y reciclaje de residuos, y en general, la participación de la comunidad dentro de la integralidad del servicio; **(II) la recuperación, aprovechamiento y comercialización** de los residuos sólidos que se puedan incorporar al ciclo económico productivo, y la **(III) disposición final**.

7.2.1 Componente I .- Para disminuir la cantidad de residuos producidos por la comunidad, por medio del reuso y, de ser posible, por el menor empleo de materiales innecesarios; para cumplir con este propósito, es necesario construir cambios culturales en la comunidad que faciliten el desarrollo de prácticas de separación de residuos sólidos en la vivienda, según sean aprovechables o no; como indicador se tiene el porcentaje de usuarios que hacen separación en la fuente de materiales aprovechables y no aprovechables, que en la actualidad es del 0%, según el manejo actual de los residuos sólidos en la cabecera.

7.2.2 Componente II.- En cuanto al aprovechamiento / tratamiento, se debe establecer la factibilidad y, sobre esa base, desarrollar un mercado de productos aprovechables mediante su comercialización para beneficiar económicamente el sistema. Se incluyen aquí tanto los residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables; para este propósito se estableció el porcentaje de comercialización de residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables, en este momento del 0%, según el manejo actual de los residuos sólidos en la cabecera municipal.

7.2.3 Componente III.- Para la disposición final, es necesario contar con las facilidades necesarias para la disposición final de los residuos sólidos no aprovechables, operado de tal forma que permita el mayor aprovechamiento de la capacidad del lugar, para cumplir con este propósito se tomó como indicador, la vida útil del sitio de disposición final, que es de 10 años (desde el 2005).

7.3 FORMULACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS

En esta fase se consolida toda la información obtenida en el diagnóstico, caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y de la plaza de mercado y su manejo actual, con base en los resultados arrojados por estas fases, a continuación se formulan una serie de alternativas para cada uno de los componentes del servicio de aseo identificados.

Tabla 25. Construcción de alternativas

Componente	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Recuperación ,aprovechamiento y comercialización	Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos sin procesamiento	Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos(compost y lombricultura)	Aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos (reciclaje)
Disposición Final	Relleno Sanitario (sin aprovechamiento)	Relleno Sanitario (con aprovechamiento)	-

Fuente: Elaboración propia

En la construcción de alternativas para el componente I “sensibilización, educación y participación comunitaria”, se omitieron las evaluaciones de prefactibilidad – factibilidad y se desarrollo este componente en el literal 6.5 de este trabajo.

7.3.1 Análisis de prefactibilidad.- Los criterios de análisis en esta fase, para la selección de alternativas se basan en: cumplimiento de los requerimientos técnicos, ambientales y sociales y formulación de alternativas tecnológicas de aprovechamiento que cuenten con viabilidad de uso y sostenibilidad económica.

En cuanto a los requerimientos técnicos, ambientales y sociales, se evaluarán los siguientes criterios:

- Consumo de energía

Indicador: la suma de las potencias nominales de los motores y máquinas en general utilizadas en todo el servicio durante un año.

- Uso de mano de obra local

Indicador: número de empleos generados, en tiempo completo, que pueden ser ejecutados por personas de la localidad, en un año.

- Cumplimiento de la norma ambiental

Si la alternativa no cumple con este criterio es rechazada y puede ser nuevamente evaluada cuando cumpla con la normatividad ambiental.

- Población afectada por la ubicación, construcción u operación de plantas de transformación, aprovechamiento o de disposición final de residuos.

Indicador: suma de personas afectadas permanentemente por la ubicación, más las afectadas durante la construcción, más las afectadas por la disposición final.

Para la formulación de alternativas tecnológicas de aprovechamiento que cuenten con viabilidad de uso y sostenibilidad económica. Se evalúa:

- Viabilidad de uso

Indicador: cantidad de residuos sólidos aprovechados tanto orgánicos como inorgánicos, en forma efectiva, es decir, comercializados por el servicio y medidos en toneladas/año.

- Sostenibilidad económica,

Indicador: diferencia de los ingresos obtenidos del aprovechamiento menos costos originados en el aprovechamiento, en un año determinado y expresado en pesos.

Para el componente II

No se plantean consumos de energía, para el tamaño de las instalaciones municipales, con que cuenta el municipio actualmente, todo el proceso en su parte básica , puede realizarse manualmente; el personal requerido es mano de obra no

calificada; se establece que cualquier alternativa en el municipio debe cumplir la normatividad ambiental y además no van a haber personas afectadas por la ubicación del centro de acopio y/o procesamiento, ya que se pretende utilizar la planta para el manejo y gestión de los residuos sólidos ubicada a un lado del sitio de disposición final.

Alternativa 1

Se toman datos de producción total de materia orgánica de la tabla 24, para el cálculo de los ingresos por comercialización de este material sin procesamiento.

Tabla 26. Ingresos por comercialización de residuos sólidos orgánicos sin procesamiento – 2006

Materia Orgánica	Producción	%**	Producción Aprovechable	Precios de Venta (\$/Ton)*	Ingresos totales por comercialización de residuos (\$)
Semana	4,89 Ton/sem	95	4,65 Ton/sem	80.000	372.000
Mes	19,58 Ton/mes	95	18,60 Ton/mes	80.000	1'488.000
Año	234,91 Ton/año	95	223,16 Ton/año	80.000	17'852.800

Fuente: Elaboración propia

Para los costos de aprovechamiento se tuvo en cuenta la mano de obra para el proceso de selección y empaclado y para el transporte del producto.

** Porcentaje que se puede aprovechar

* Precios de venta en el mercado del Valle del Cauca 2004

Tabla 27. Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos sin procesamiento- 2006

Producción			Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (mano de obra y transporte)*		
Ton/sem	Ton/mes	Ton/año	\$/sem	\$/mes	\$/año
4,65	18,60	223,16	164.250	666.600	7'998.200

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la sostenibilidad económica para la alternativa 1, se calcula la diferencia de los ingresos obtenidos del aprovechamiento, menos los costos generados, en un año determinado y expresado en pesos.

Tabla 28. Diferencia de ingresos menos costos aprovechamiento – 2006

Indicador	Ingresos totales por comercialización de residuos(\$)	Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (mano de obra y transporte) (\$)	Diferencia (ingresos – costos) aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (\$)
\$/sem	372.000	164.250	207.750
\$/mes	1'488.000	666.600	821.400
\$/año	17'852.800	7'998.200	9'854.600

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 2

Se toman datos de producción total de materia orgánica de la tabla N° 25, para el cálculo de los ingresos por comercialización de este material con procesamiento. Se asume que el 60% de la materia prima, es el material final a comercializar.

* Mano de obra(no calificada, 2 personas): 24.000\$/pers ; Transporte: 25.000\$/Ton

Tabla 29. Ingresos por comercialización de residuos sólidos orgánicos con procesamiento – 2006

Producto	Producción aprovechable			Precio de venta (\$/ton)	Ingresos totales por comercialización		
	Ton/sem	Ton/mes	Ton/año		\$/sem	\$/mes	\$/año
Compost	2,79	11,16	133,90	150.000	418.500	1'674.000	20'085.000
Lombricult.	2,79	11,16	133,90	180.000	502.200	2'008.800	24'102.000

Fuente: Elaboración propia

Para los procesos de compostaje y lombricultura se requieren herramientas y dotaciones, con las cuales se asume que la administración municipal cuenta actualmente, por lo cual no se incluyen los gastos por estos conceptos, se consideran únicamente los costos de mano de obra y transporte, y un valor adicional para los empaques para el producto terminado y ayudantes para el inicio del proceso de compostaje y lombricultura.

Tabla 30. Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos con procesamiento – 2006

Producción			Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (mano de obra y transporte)*		
Ton/sem	Ton/mes	Ton/año	\$/sem	\$/mes	\$/año
2,79	11,16	133,90	141.750	581.400	6'976.300

Fuente: Elaboración propia

* Mano de obra(no calificada, 3 personas): 24.000\$/pers ; Transporte: 25.000\$/Ton

Para determinar la sostenibilidad económica para la alternativa 2, se calcula la diferencia de los ingresos obtenidos del aprovechamiento menos los costos originados, en un año determinado y expresado en pesos.

Tabla 31. Diferencia de ingresos menos costos de aprovechamiento - 2006

Indicador	Ingresos totales por comercialización de residuos(\$)	Costos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (mano de obra y transporte) (\$)	Diferencia (ingresos – costos) aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (\$)
Compost			
\$/sem	418.500	141.750	276.750
\$/mes	1'674.000	581.400	1'092.600
\$/año	20'085.000	6'976.300	13'108.700
Lombricultivo			
\$/sem	502.200	141.750	360.450
\$/mes	2'008.800	581.400	1'427.400
\$/año	24'102.000	6'976.300	17'125.700

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 3

Se toman datos de producción total de materia inorgánica de las tablas N° 19, 20, 21, 22, 23, para el cálculo de los ingresos por comercialización de este material.

Tabla 32. Ingresos por comercialización de residuos sólidos inorgánicos

Producto	Producción	%**	Producción Aprovechable	Precios de Venta (\$/Ton)*	Ingresos totales por comercialización de residuos(\$)
Plástico					
Semana	0,46 Ton/sem	70	0,32 Ton/sem	140.000	44.800 \$/sem
Mes	1,85 Ton/mes	70	1,30 Ton/mes	140.000	182.000 \$/mes
Año	22,18 Ton/año	70	15,53 Ton/año	140.000	2'174.200 \$/año
Vidrio					
Semana	0,26 Ton/sem	90	0,23 Ton/sem	50.000	11.500 \$/sem
Mes	1,03Ton/mes	90	0,93 Ton/mes	50.000	46.500 \$/mes
Año	12,38 Ton/año	90	11,14 Ton/año	50.000	557.000 \$/año
Cartón					
Semana	0,18 Ton/sem	80	0,14 Ton/sem	100.000	14.000 \$/sem
Mes	0,70 Ton/mes	80	0,56 Ton/mes	100.000	56.000 \$/mes
Año	8,40 Ton/año	80	6,72 Ton/año	100.000	672.000 \$/año
Metal - (chatarra)					
Semana	0,11 Ton/sem	95	0,10 Ton/sem	1'000.000	100.000\$/sem
Mes	0,43 Ton/mes	95	0,41 Ton/mes	1'000.000	410.000\$/mes
Año	5,13 Ton/año	95	4,90 Ton/año	1'000.000	4'900.000 \$/año
Total					
Semana			0,79 Ton/sem		170.300 \$/sem
Mes			3,2 Ton/mes		694.500 \$/mes
Año			38,29 Ton/año		8'303.200 \$/año

** Porcentaje que se puede aprovechar

* Precios de venta en el mercado del Valle del Cauca 2004

Fuente: Elaboración propia.

Para el proceso de reciclaje se requieren herramientas y dotaciones, con las cuales se asume que la administración municipal cuenta actualmente, por lo cual no se incluyen los gastos por estos conceptos, se consideran únicamente los costos de mano de obra y transporte, para la totalidad de residuos sólidos inorgánicos, asumiendo un mercado estable para cada uno de los productos.

Tabla 33. Costos de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos – 2006

Producción			Costos de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos (mano de obra y transporte)*		
Ton/sem	Ton/mes	Ton/año	\$/sem	\$/mes	\$/año
0,79	3,2	38,29	67.750	281.600	3'376.450

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la sostenibilidad económica para la alternativa 3, se determina la diferencia de los ingresos obtenidos del aprovechamiento menos costos originados, en un año determinado y expresado en pesos.

* Mano de obra(no calificada, 2 personas): \$24.000/pers ; Transporte: \$25.000/Ton

Tabla 34. Diferencia de ingresos menos costos aprovechamiento – 2006

Indicador	Ingresos totales por comercialización de residuos(\$)	Costos de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos (mano de obra y transporte) (\$)	Diferencia (ingresos – costos) aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos (\$)
\$/sem	170.300	67.750	102.550
\$/mes	694.500	281.600	412.900
\$/año	8'303.200	3'376.450	4'926.750

Fuente: Elaboración propia

Para el Componente III

No se plantean consumos de energía, el personal requerido es mano de obra no calificada, se pretende enterrar todo lo que llega al sitio de disposición final; además el proceso en su parte básica, puede realizarse manualmente; se establece que cualquier alternativa en el municipio debe cumplir la normatividad ambiental y no van ha haber personas afectadas por la ubicación del sitio de disposición final.

Para determinar la viabilidad de uso y sostenibilidad económica se calcula la vida útil del sitio de disposición final sin y con aprovechamiento, y de acuerdo a los residuos sólidos recolectados se determinan los costos de disposición por tonelada.

Alternativa 1

Para el cálculo de vida útil del sitio de disposición final sin aprovechamiento se utilizó la siguiente fórmula¹¹:

$$\text{Vida Útil(Años)} = \frac{V}{24 * (\text{RSR} - \text{RSOA} - \text{RSIA})}$$

Dónde:

V: Volumen disponible (m³)

RSR: Residuos sólidos recolectados (Ton/mes)

RSOA: Residuos sólidos orgánicos aprovechados (Ton/mes)

RSIA: Residuos sólidos inorgánicos aprovechados (Ton/mes)

24 representa un factor de conversión y se considera que 1 tonelada de residuos sólidos ocupan 2 m³ de volumen

Se utilizaron los siguientes valores:

V: 5160m³ (PBOT de Cajibío)

RSR: 24,97 Ton/mes (Tabla 16)

RSOA: 0 Ton/mes

RSIA: 0 Ton/mes

Así:

Vida útil = 9 años

Este valor refleja la necesidad de buscar un nuevo sitio de disposición final.

Actualmente la Administración Municipal hace un gasto promedio, de 15.000 pesos por tonelada dispuesta, por concepto de material de cobertura, control de

¹¹ Formula recomendada por la guía para elaborar el PGIRS (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial)

plagas y pago de un operario, en la tabla N° 35 se indican los costos de disposición por tonelada para la alternativa 1

Tabla 35. Costos de disposición de basuras sin aprovechamiento

Residuo sólidos dispuestos			Gasto de disposición	Costo de disposición		
Ton/sem	Ton/mes	Ton/año	(\$/Ton)	\$/sem	\$/mes	\$/año
6,24	24,97	299,59	15.000	93.600	374.550	4'493.850

Fuente: Elaboración propia

Según estos valores, no hay viabilidad de uso ni sostenibilidad económica, ya que todo lo que llega al sitio de disposición final es enterrado

Alternativa 2:

Calculo de vida útil del sitio de disposición final con aprovechamiento:

Se utilizaron los siguientes valores:

V: 5160m³ (PBOT de Cajibío)
 RSR: 24,97 Ton/mes (Tabla 16)
 RSOA: 18,60 Ton/mes (Tabla 27)
 RSIA: 3,2 Ton/mes (Tabla 33)

Así:

Vida útil = 68 años

Este valor aumento 7 veces la vida útil del sitio de disposición en relación a la alternativa 1, lo que se refleja en ahorro por gastos de inversión, en la búsqueda de otro lugar de disposición final.

En la tabla N° 36 se indican los costos de disposición por tonelada dispuesta para la alternativa 2.

Tabla 36 Costos de disposición de basuras con aprovechamiento

Residuo sólidos dispuestos			Gasto de disposición	Costo de disposición		
Ton/sem	Ton/mes	Ton/año	(\$/Ton)	\$/sem	\$/mes	\$/año
0,75	3,17	38,04	15.000	11.321	47.550	570.600

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos datos se puede observar su alta viabilidad de uso y sostenibilidad económica ya que al comparar los costos de disposición de la alternativa 1 con los de la alternativa 2 se puede notar una gran diferencia, lo que se refleja en ahorro para la administración municipal.

Para la evaluación de alternativas se propone un modelo sencillo que califica el cumplimiento de los criterios de análisis de alternativas. La calificación total será la suma de las calificaciones parciales, teniendo en cuenta la alternativa de menor consumo de energía, la de mayor número de empleos generados, la de menor número de personas afectadas, la de mayor número de toneladas de residuos aprovechados efectivamente, la de mayor diferencia (ingresos-costos) de aprovechamiento.

Cada criterio se calificará en una escala aritmética de 0 a 100, de acuerdo con los siguientes parámetros.

Tabla 37. Calificación de Alternativas.

Ítem	Criterio	Mejor Alternativa	Mejor Calificación	Calificación Resto Alternativas
1	Consumo de energía Ind: suma de potencias nominales de maquinaria utilizadas en un año	La de menor consumo de energía	100	
2	Mano de obra local Ind: número de empleos generados para personas de la localidad de tiempo completo, en un año	La de mayor número de empleos generados	100	$\frac{100 * \text{Ind.Mejor}}{\text{Ind.Alternativa}}$
3	Población afectada Ind: número total de personas afectadas	La de menor número de personas	100	
4	Viabilidad de uso Ind: número de Ton/año de residuos sólidos aprovechados efectivamente	La de mayor número de toneladas	100	$\frac{100 * \text{Ind.Altern}}{\text{Ind.Mejor}}$
5	Sostenibilidad económica Ind: (ingresos-costos) aprovechamiento	La de mayor diferencia	100	

Fuente: GUIA PARA ELABORAR EL PGIR – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial

$\frac{100 * \text{Ind.Mejor}}{\text{Ind.Alternativa}}$

$\frac{100 * \text{Ind.Altern}}{\text{Ind.Mejor}}$

$\frac{100 * \text{Ind.Altern}}{\text{Ind.Mejor}}$

De esta forma la valoración de alternativas es la siguiente:

Tabla 38. Valoración de alternativas

ITEM	VALORACION DE ALTERNATIVAS				
	Disposición sin Aprovech.	Disposición con Aprovech.	Aprovech. de r.s.o. sin procesamiento	Aprovechamiento de r.s.o.(compost y lombricultura)	Aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos(reciclaje)
1. Consumo de energía	0 kw 100	0 kw 100	0 kw 100	0 kw 100	0 kw 100
2. Mano de obra local	1 33	1 33	2 67	3 100	2 67
3. Población afectada	0 100	0 100	0 100	0 100	0 100
4. Viabilidad de uso	0 0	262 100	223 85	223 85	38 15
5. Sostenibilidad económica	0 0	3'923.250 23	9'854.600 58	17'125.700 100	4'926.750 29
Total	233	356	410	485	311

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro anterior de prefactibilidad se seleccionó la mejor alternativa guiándose por la de mayor calificación total, en cuanto al cumplimiento de los requerimientos técnicos, ambientales, sociales y viabilidad de uso y sostenibilidad económica, que en este caso es el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (compost y lombricultura) con un valor total de 485; por lo tanto se hace a continuación el estudio de viabilidad financiera, social y ambiental para cada proceso de aprovechamiento.

No se puede desconocer la importancia de las otras alternativas planteadas, de esta manera se dejan las bases sentadas para continuar estudios específicos para la evaluación de las mismas con un mayor nivel de profundidad.

7.3.2 Análisis de viabilidad técnica y económica de la lombricultura.- Para desarrollar el proceso de Lombricultura es necesario saber si el proyecto es factible financieramente. Esto depende de la oferta y la demanda de los productos.

7.3.2.1 Características de la oferta.- La oferta depende principalmente de las características del municipio, y las cantidades de materias primas disponibles.

Siendo la población cajibiana mayoritariamente de formación campesina, su fuente de empleo e ingresos es fundamentalmente la producción agrícola lo cual facilita la comercialización en la región, lo que permite disminuir los costos de transporte, en el caso de que el productor sea el mismo que distribuya el humus y la biomasa; también este tipo de cultura favorece la adquisición del material orgánico.

Para lograr esto, es indispensable, sobre todo en los residuos municipales, la participación de la comunidad, la cual puede ejecutar la separación desde sus viviendas, facilitando el proceso. Esta participación por parte de la comunidad esta garantizada, si se continúa con los programas de educación, que se iniciaron con los talleres de sensibilización y educación ambiental que se desarrollaron en algunas instituciones educativas de Cajibío, donde la acogida con respecto al tema de separación en la fuente fue muy positiva.

En cuanto a las cantidades de materia prima disponible que pueden expresarse en términos de toneladas por año, se calculó la capacidad de producción del lombricultivo, ya que en general el 60% de la materia orgánica rápidamente biodegradable se convierte en humus. Así, la producción será:

Producción de humus (toneladas / año) = (cantidad de materia orgánica rápidamente biodegradable en toneladas / año) x 0,6¹²

Producción de humus (toneladas / año) = 223,16 Ton/año x 0,6 = 133,896Ton /año

¹² Factor recomendado en Multimedia "Instalación, manejo y comercialización de la lombricultura y el compostaje" UNICEF

En la Tabla 39, se encuentran registrados los valores de producción de humus en toneladas anuales, a 10 años, de la producción total de materia orgánica en el municipio, teniendo en cuenta un factor aprovechable del 95%

Tabla 39. Proyección producción de humus

Año	Ton/año	% Aprovech.	Ton/año	Factor Biodegrada.	Producción De humus (Ton/año)
2006	234,91	95,00	223,16	0,60	133,90
2007	242,50	95,00	230,38	0,60	138,23
2008	250,08	95,00	237,58	0,60	142,55
2009	257,67	95,00	244,79	0,60	146,87
2010	265,26	95,00	252,00	0,60	151,20
2011	272,84	95,00	259,20	0,60	155,52
2012	290,16	95,00	275,65	0,60	165,39
2013	298,01	95,00	283,11	0,60	169,87
2014	305,86	95,00	290,57	0,60	174,34
2015	313,71	95,00	298,02	0,60	178,81
2016	321,56	95,00	305,48	0,60	183,29

Fuente: Elaboración propia

La relación entre cantidad de materia orgánica disponible para la alimentación y la biomasa producida se puede establecer si se cumplen los parámetros estrictos de manejo para que exista un proceso continuo de reproducción, de esta manera se puede decir que la especie se multiplica hasta tres veces por año, cumpliendo con los parámetros y requerimientos nutricionales, como son: proteína entre 13% y 17%, carbohidratos en un 20%, minerales y vitaminas. De lo contrario, la lombriz transformará el alimento dado en lombricompost, pero no alcanzará altas tazas de reproducción.

7.3.2.2 Características de la demanda.- La determinación de la demanda se hizo inicialmente de manera local, pero teniendo en cuenta que al mercado se pueden involucrar otros municipios.

Dentro del municipio los posibles demandantes identificados o los posibles usuarios del producto son: los proyectos agrícolas de gran envergadura, tales como la producción de flores para exportación , con un total de 14 Has plantadas, por parte de las empresas Falcon Faros y Aranjues – filial de flores del Cauca; espárragos con 250 Has plantadas por las empresas Espárragos Chayani y la Compañía Agrícola de Espárragos; café, que cuenta con área de 4580 Has sembradas, por el comité departamental de cafeteros; caña panelera, con 2763 Has plantadas, a través de organizaciones productoras de panela y en general cualquier otro producto agrícola que requiera grandes cantidades de nutrientes, los cuales pueden ser incorporados al sistema, ya sea directamente o a través de la UMATA.

Otro potencial de mercado local es la venta al por menor dirigida hacia las amas de casa para los jardines y para las huertas caseras y pequeños productores agropecuarios.

Una vez definidos los posibles demandantes, es indispensable conocer la cantidad que cada uno de los clientes demanda, en términos de toneladas por año. El cálculo debe hacerse a través de indicadores de uso del lombricomposteo por cultivo (Multimedia “Instalación, manejo y comercialización de la lombricultura y el compostaje” UNICEF), como los que se presentan a continuación:

Café se requieren entre 4.5 y 5 toneladas por hectárea y por año, es decir demanda para un total de 4580 has sembradas, entre 20610 y 22900 Ton/año de lombricultivo.

Espárragos, en promedio 2 a 3 toneladas por hectárea y por año, se necesita para 250 has plantadas, entre 500 y 750 Ton/año de lombricultivo

Caña, entre 3 y 4 toneladas por hectárea y por año, requiere para 2763 has, entre 8289 y 11052 Ton /año de lombricultivo

Flores, entre 2 y 3 toneladas por hectárea y por año, demanda para 14 has, entre 28 y 42 Ton/año de lombricultivo.

Estos datos, considerando los cultivos más representativos de Cajibío darían un total de 34744 Ton/año de lombricultivo necesario; de esta forma la demanda es superior a la oferta de producto (133,9 Ton/año) y se podría esperar que se comercialice todo lo producido.

Ya definidos los posibles demandantes y las cantidades demandadas, se puede establecer el precio al que se puede vender el producto, que está definido por múltiples variables, pero principalmente por:

La calidad del producto, medido en términos de: materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico -CIC, fósforo, potasio, calcio, magnesio; pero para precisar la calidad se requiere un análisis de caracterización, realizado por un laboratorio certificado, y este procedimiento no abarca los alcances de este trabajo, por lo cual se consideran únicamente los precios de la competencia, básicamente los agroquímicos sintéticos, sencillamente, porque el comprador hará una comparación entre el costo del nutriente básico realmente asimilable, si lo adquiere como sintético o si lo hace a través del lombricultivo.

Con las cantidades demandas y los precios es posible estimar los ingresos totales como:

Ingresos totales (\$ / año) = cantidades demandadas (Tonelada / año) x precio (\$/tonelada)

Para considerar un valor de cantidades demandadas, se asume que se puede comercializar con tres municipios cercanos (Piendamó, Morales y Santander de Quilichao), estimando una demanda similar, a la obtenida para Cajibío, de esta manera se requieren 112,32 Ton/año, y el excedente de producción, 38 Ton/año, se puede comercializar a los pequeños productores agrícolas que requieran el abono orgánico; así se puede asumir que se demanda todo lo que se ofrece (133,9 Ton/año).

En cuanto al precio, se puede considerar un precio de venta de \$180.000/ton (precio de venta en el mercado del Valle del Cauca – 2004).

A continuación se establecen los ingresos totales al año, proyectados a 10 años, teniendo en cuenta los datos de la Tabla N° 39, y además que las cantidades producidas se van a demandar en su totalidad, y manteniendo un precio de compra constante.

Tabla 40. Ingresos totales anuales

Año	Cantidades demandadas (Ton/año)	Precio (\$/Ton)	Ingresos Totales (\$)
2006	133,90	180.000	24´102.000
2007	138,23	180.000	24´881.400
2008	142,55	180.000	25´659.000
2009	146,87	180.000	26´436.600
2010	151,20	180.000	27´216.000
2011	155,52	180.000	27´993.600
2012	165,39	180.000	29´770.200
2013	169,87	180.000	30´576.600
2014	174,34	180.000	31´381.200
2015	178,81	180.000	32´185.800
2016	183,29	180.000	32´992.200

Fuente: Elaboración propia

7.3.2.3 Inversiones mínimas.- Los costos del proyecto se pueden clasificar como costos de inversión y costos de operación y mantenimiento.

Debe tenerse en cuenta que los costos que a continuación se describen, corresponden a las siguientes condiciones:

- Se hace referencia a un proceso manual con el mínimo uso de equipos electromecánicos
- Los residuos orgánicos se encuentran ya separados y listos para su transformación.
- El monto de inversión inicial en cuanto a terrenos e infraestructura, lo asume la Administración Municipal.

7.3.2.3.1 Costos de inversión.- Se refieren a elementos que tienen una vida útil mayores a un año y concretamente a infraestructura, instalaciones y equipos.

En cuanto a infraestructura, se considera que la empresa se localice en la planta para el manejo y gestión de residuos sólidos ubicada al lado del sitio de disposición final, que tiene un área disponible de 800 m², cuenta con una infraestructura adecuada, que consta de una caseta de vigilancia, una estructura o ramada con bases metálicas y cubierta de eternit, que podría funcionar como área de administración, cuenta con espacios para el separado, la zona de trituración, zona de las camas o depósitos para la descomposición (producción) del material orgánico y zona de almacenamiento, además de los servicios públicos (agua y energía).

Respecto a las instalaciones, se considera: El área de fraccionamiento de la materia prima orgánica, el área de producción del lombricompuesto, el área de almacenamiento del producto y el área de administración.

Con referencia al área para el lombricompuesto, se incluye a su vez el área para las camas, para los pasillos, secados y la alimentación de las lombrices.

Se recomienda que las camas tengan un ancho entre 1.0 a 1.5 m y una longitud máxima de 100 m; la longitud dependerá de las características del sitio a ocupar.

En términos promedios, cada metro cuadrado de cama sembrado con 25 kg de semillas, es capaz de procesar 3.6 toneladas anuales.

Aquí es importante considerar, que 25 kg de semilla son equivalentes a 10 kg de lombrices (cada lombriz roja Eisenia foetida, con peso promedio de 0.4 grs) y 15 kg de sustrato¹³.

Así, el área necesaria para camas será:

Área camas = (cantidad total de materia prima en toneladas/año)¹⁴ / (3.6 toneladas/año/m²)

Área camas = 305,48 Ton /año / (3,6 Ton/año/m²) = 85 m²

Esta área total deberá ser distribuida en varias camas longitudinales, entre las cuales deberán dejarse corredores.

El área para los corredores se supone equivalente al 40 % del área de las camas, es decir 34 m², estos corredores deben tener un ancho de 0.6 m, como medida recomendada.

El área para el secado de materiales (humus y biomasa) se estima en el 20 % del área calculada para las camas de lombricultura, es decir 17 m².

También es necesario considerar un área de almacenamiento de los productos, se sugiere un área de almacenamiento de 1.0 m² por cada 16 toneladas anuales de

¹³ UNICEF, "Instalación, manejo y comercialización de la lombricultura y el compostaje" – Multimedia, sin fecha

¹⁴ Valor proyectado a 10 años (Tabla N°39)

materia prima utilizada la cual se convierte en humus (60 % aproximadamente) y biomasa (lombrices) en 40% aproximadamente; Así, el area necesaria para almacenamiento será:

$$\text{Área almacenamiento} = 19 \text{ m}^2$$

El área de administración no depende de la cantidad de materia prima procesada, pues cualquiera que sea la producción ella debe tener: área para oficinas, área para servicios sanitarios, áreas para almacenamiento de herramientas y de insumos, y área para comodidad de los trabajadores (cambio de ropa, descanso). El área de administración puede variar entre 20 y 30 m².

El costo de cada una de las áreas definidas anteriormente, dependerá de los materiales utilizados; para la construcción de las camas, se puede emplear ladrillo (\$ 30.000/m²- según precios en el Valle del Cauca, año 2004); y el área del proceso se puede construir en guadua y techo en zinc (\$ 20.000 / m² - según precios en Antioquia, año 2001); no se considera el área de administración, pues ya se cuenta con esta instalación.

A continuación se establecen los costos de las áreas de procesamiento y de almacenamiento, con una vida útil de 10 años.

Tabla 41. Costos de instalaciones

Tipo de instalación	Áreas (m ²)	Precio (\$/m ²)	Costo (\$)
Área de camas	85	30.000	2'550.000
Área de almacenamiento	19	20.000	380.000
		TOTAL	2'930.000

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los equipos para el procesamiento manual, se requieren, un molino de martillo y dos balanzas de piso.

A continuación se determinan los costos de los equipos que se requieren para el proceso, con una vida útil de 10 años.

Tabla 42. Costos de equipos

Equipos	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Molino de Martillo	1	\$200.000	\$200.000
Balanzas de piso	2	\$200.000	\$400.000
		TOTAL	\$600.000

Fuente: Elaboración propia

Al iniciar el proceso y por única vez, debe comprarse la semilla necesaria sobre la base de:

Semilla (kg) = 2.5 x (materia prima disponible cada día en kg)

Semilla (kg) = 2,5 x 880 kg/día

El costo de esta semilla esta alrededor de \$ 2.500 /kg (año 2002)

Así el costo para el total de producción sería de \$2'200.000

7.3.2.3.2 Costos de funcionamiento

En él se incluyen:

Costos de personal

El sueldo de la mano de obra que se especifica en el presupuesto, no incluye prestaciones sociales ni aportes parafiscales por que el trabajo se realizará tres días a la semana y durante medio tiempo. Para los tamaños estipulados en este

trabajo se requieren 3 obreros con dedicación de medio tiempo, así el costo anual por pago a trabajadores sería:

Tabla 43. Costo de personal

Mano de obra	Personas	Jornal/día	Días de la semana	Sueldo mensual	Sueldo anual
Operario	3	\$10.000	3	\$120.000	\$1´440.000

Fuente: Elaboración propia

Servicios públicos

Se incluye el servicio de agua.

Debido a que en la cabecera municipal se maneja todo integralmente, es decir se incluyen gastos de acueducto y aseo, y se maneja una tarifa fija de \$1.400/mes, el costo anual por este concepto, sería de \$16.800.

Costos administrativos

Incluyen papelería, trabajos de control del proceso, promociones del producto, publicidad y otros. Su monto se puede establecer en un 5% de las ventas totales.

Así, costos de administrativos = \$1´206.000

Costos de insumos y equipos menores

Se incluyen insumos y equipos de duración menor de un año, y el costo total por cada uno (Valle del Cauca -2004)

Tabla 44. Insumos y equipos

MATERIALES	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Empaques para el producto terminado (1 por cada 40 kg)	3350	\$600	\$2'010.000
Palas	3	\$12.000	\$36.000
Guantes de gamuza	3	\$10.000	\$30.000
Carretas de mano	2	\$160.000	\$320.000
Botas de caucho	3	\$46.000	\$138.000
Gafas protectoras	3	\$10.000	\$30.000
Tapabocas	15	\$6.000	\$90.000
Termómetro	1	\$40.000	\$40.000
Higrómetro	1	\$60.000	\$60.000
Papel tornasol para pH(cajas)	2	\$45.000	\$90.000
		TOTAL	\$2'844.000

Fuente: Elaboración propia

Costos de Transporte

Se sugiere un valor fijo de \$25.000/Ton, y se considera el transporte del producto final, ya que la materia prima será llevada al sitio de disposición final el día de la recolección.

Costos transporte (anual) = \$3'347.500

7.3.2.4 Flujo de fondos.- Con los datos de ingresos totales anuales, costos de funcionamiento e inversión, se elaboró el flujo de fondos, a 10 años de vida útil, con una tasa de interés de oportunidad (TIO) del 2%, se calculó el valor presente neto (VPN), la relación beneficio costo (R B/C) y la tasa de interés de retorno (TIR); para establecer la viabilidad económica del proyecto, la Tabla se presenta en el ANEXO E; los resultados a continuación:

Tabla 45. Indicadores de evaluación económica

INDICADOR	Valor
VPN (2%)	145´943.452
TIR (%)	271,35
R B/C	26,47

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los indicadores planteados en la Tabla 44, se recomienda que el proyecto se lleve a cabo, en base a los siguientes criterios:

- $VPN (2\%) = \$145´943.452 > 0$, su valor es mayor a cero, es decir, que quienes inviertan en el proyecto, dándose las condiciones anteriormente planteadas, estarían ganando al día de hoy el monto de \$145´943.452, lo que hace este proyecto muy atractivo.
- $TIR = 271,35\%$, es mucho mayor a la TIO (2%), lo que indica que el proyecto es rentable.
- $R B/C = 26,47 > 1$, lo que implica que los ingresos son mayores a los egresos, y se ratifica, la viabilidad del proyecto

7.3.3 Análisis de viabilidad técnica y económica del compostaje

7.3.3.1 Características de la oferta.- En cuanto a las características del municipio y las cantidades de materia prima disponible son las mismas, que las planteadas en el análisis de viabilidad de la lombricultura.

7.3.3.2 Características de la demanda.- Se determina la demanda teniendo en cuenta el mercado local, y regional, mencionado en características de la demanda de la lombricultura.

Se asumen los mismos indicadores de uso del lombricompostado por cultivo (Multimedia “Instalación, manejo y comercialización de la lombricultura y el compostaje” UNICEF), para calcular lo que se demanda a nivel local, y esta misma cantidad, se proyecta a 3 municipios cercanos, y el restante, se comercializa a los pequeños productores locales.

De esta manera se asume que se demanda todo lo que se produce, en Ton/año.

Considerando los precios de la competencia, y el precio de venta en el mercado del Valle del Cauca, se pueden calcular los ingresos totales por año, a lo largo de la vida útil del proyecto.

Tabla 46. Ingresos totales anuales

Año	Cantidades demandadas (Ton/año)	Precio (\$/Ton)	Ingresos Totales (\$)
2006	133,90	150.000	20´085.000
2007	138,23	150.000	20´734.500
2008	142,55	150.000	21´382.500
2009	146,87	150.000	22´030.500
2010	151,20	150.000	22´680.000
2011	155,52	150.000	23´328.000
2012	165,39	150.000	24´808.500
2013	169,87	150.000	25´480.500
2014	174,34	150.000	26´151.000
2015	178,81	150.000	26´821.500
2016	183,29	150.000	27´493.500

Fuente: Elaboración propia

7.3.3.3 Inversiones mínimas.- Se hace referencia a las mismas condiciones planteadas para la lombricultura.

7.3.3.3.1 Costos de inversión.- En cuanto a infraestructura e instalaciones se plantea utilizar, la planta para el manejo y gestión de residuos sólidos ubicada al lado del sitio de disposición final.

Referente a las instalaciones, es necesario adecuar la caseta de compostaje que a su vez está dividida en las áreas de operación, de maduración, de almacenamiento y de administración.

El área de operación se calcula sobre la base de la cantidad de material prima a procesar así: Se asume que la materia prima está fraccionada por tamaño, así se requieren 4 m² por cada 12 toneladas al año procesados. Estos datos están referidos a una altura de las pilas de 1,5 m y a un tiempo de 30 días de preparación para la maduración.

Se toma el valor de materia prima proyectado a 10 años (tiempo de vida útil propuesto) en la tabla N° 1, y se calcula este valor, así:

$$\text{Área de operación} = 102 \text{ m}^2$$

El área de maduración, de una manera similar, se calcula sobre la base de 30 días de maduración en $2,0 \text{ m}^2$ por cada 12 toneladas anuales de materia prima, considerando pilas de $2,0 \text{ m}$ de altura.

$$\text{Área de maduración} = 51 \text{ m}^2$$

El área de almacenamiento para el producto terminado, depende de la comercialización del producto. En términos generales, se sugiere un área de almacenamiento de $0,5 \text{ m}^2$ por cada 12 toneladas anuales de materia prima.

$$\text{Área de almacenamiento} = 13 \text{ m}^2$$

Sumando estos tres componentes se tiene que para el proceso se requieren $6,5 \text{ m}^2$ por cada 12 toneladas de materia prima por año, cuando esta se fracciona, y un área total de 166 m^2

El resultado del área necesaria debe multiplicarse por un factor de $0,3$ para considerar las áreas libres y de circulación (pasillos, calles).

$$\text{Áreas libres y de circulación} = 50 \text{ m}^2$$

El área de fraccionamiento donde se ubica el molino más los materiales orgánicos para molerlos, esta área debe ser 12 m^2 por 2 toneladas por hora.

$$\text{Área de fraccionamiento} = 0,03 \text{ m}^2$$

Ya que el área total del proceso tendrá que ser cubierta, para evitar que el agua lluvia afecte el proceso de compostaje, tener pisos firmes, algún tipo de encerramiento para manejo de vientos y agentes externos, se debe elaborar en guadua, techo de zinc, cerramiento en ladrillo, el resto en malla de gallinero y piso en tierra-cemento (\$ 35.000 / m² según precios del Valle del Cauca, año 2004).

Tabla 47. Costos de instalación

Tipo de instalación	Áreas (m²)	Precio (\$/m²)	Costo (\$)
Área del proceso	166	\$ 35.000	5'810.000
		TOTAL	5'810.000

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los equipos para el procesamiento manual, se requieren los mismos establecidos para el proceso de lombricultura.

7.3.3.3.2 Costos de funcionamiento.- En él se incluyen los mismos establecidos para el proceso de lombricultura, teniendo en cuenta los mismos precios anuales.

7.3.3.4 Flujo de fondos.- Con los datos de ingresos totales anuales, costos de funcionamiento e inversión, se elaboró el flujo de fondos, a 10 años de vida útil, con una tasa de interés de oportunidad (TIO) del 2%, se calculó el valor presente neto (VPN), la relación beneficio costo (R B/C) y la tasa de interés de retorno (TIR); para establecer la viabilidad económica del proyecto, la Tabla se presenta en el Anexo E; los resultados a continuación:

Tabla 48. Indicadores de evaluación económica

INDICADOR	Valor
VPN (2%)	107'943.452
TIR (%)	180,81
R B/C	17,84

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los indicadores planteados en la Tabla 44, se recomienda que el proyecto se lleve a cabo, en base a los siguientes criterios:

- $VPN (2\%) = \$107'943.452 > 0$, su valor es mayor a cero, es decir, que quienes inviertan en el proyecto, dándose las condiciones anteriormente planteadas, estarían ganando al día de hoy el monto de \$107'943.452, lo que hace este proyecto muy atractivo.
- $TIR = \%180,81$ es mucho mayor a la TIO (2%), lo que indica que el proyecto es rentable.
- $R B/C = 17,84 > 1$, lo que implica que los ingresos son mayores a los egresos, y se ratifica, la viabilidad del proyecto

7.3.4 Viabilidad legal del Compost y la Lombricultura .- El aprovechamiento de residuos sólidos – Compostaje y Lombricultura-, esta reglamentado por el decreto 1713 del 2002 y por el título F del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000) en los cuales se destacan los siguientes aspectos:

Personas que efectúan la actividad de aprovechamiento

El aprovechamiento de residuos sólidos será realizado por personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas o para el bien de una organización o cooperativa, los bienes y servicios relacionados con el aprovechamiento y valorización de los residuos. Es necesario aclarar que la responsabilidad por los

efectos ambientales causados y las repercusiones a la salud pública que pueda traer el proceso de aprovechamiento de residuos, será de quien ejecute la actividad.

Características de los residuos sólidos para el aprovechamiento

Para la realización óptima del compostaje y la lombricultura los materiales utilizados no deben estar contaminados con residuos peligrosos, metales pesados ni bifenilos policlorados.

Localización de la planta de aprovechamiento

Para la localización de la planta de aprovechamiento de materiales contenidos en los residuos sólidos se consideraron entre otros los siguientes criterios:

1. Deben tenerse en cuenta los usos de suelo establecidos en el PBOT Municipal. En cuanto a este criterio, no hay problemas con los usos del suelo, ya que la planta de aprovechamiento estará localizada en el mismo sitio de disposición final.
2. Debe ser técnica, económica y ambientalmente viable, teniendo en cuenta las condiciones de tráfico, ruido, olor, generación de partículas, esparcimiento de materiales, descargas líquidas y control de vectores.

Para este criterio, es necesario identificar dos amenazas que actualmente no están siendo tratadas, en el lugar de posible localización de la planta, y son, el manejo de las descargas líquidas y el control de vectores, especialmente moscas.

Transporte de materiales para el aprovechamiento

El transporte se realizará en vehículos motorizados cerrados.

Requisitos previos para comercialización de materia orgánica estabilizada

Los productos finales obtenidos mediante procesos de compostaje y lombricultura para ser comercializados, deben cumplir previamente los requisitos de calidad exigidos por las autoridades agrícolas y de salud en cuanto a presentación, contenido de nutrientes, humedad, garantizar que no tienen sustancias y/o elementos peligrosos, que puedan afectar la salud humana y el ambiente. Debe tener una adecuada relación de C/N (<30:1), un valor de pH neutro tendiendo a alcalino (>5,5) y un estado óptimo de madurez.

Para este criterio se estima, que los productos finales deben ser analizados en laboratorios, para controlar los requisitos de calidad exigidos.

Manejo de aguas residuales provenientes de la recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos

Las aguas residuales provenientes de los procesos de aprovechamiento de residuos sólidos, se manejarán bajo los principios y la normatividad sobre el tema, de tal manera que se eviten los posibles impactos sobre la salud humana y el ambiente.

Licencias ambientales

El Decreto 1220 de 2005, que reglamente el Título VII de la Ley 99 del 1993 sobre licencias ambientales, establece que “cuando el aprovechamiento y/o el almacenamiento temporal de residuos sólidos requieran del uso y aprovechamiento de recursos naturales, deberán contar con los permisos, concesiones y/o autorizaciones necesarias”. En este caso, el aprovechamiento de la materia orgánica no involucra la utilización de recursos naturales.

7.3.5 Viabilidad ambiental del Compost y la Lombricultura.- De acuerdo al Decreto 1713 del 2002, para aprovechamiento de residuos es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos ambientales:

Emisiones de ruido:

Este impacto no es muy significativo por que no se utiliza maquinaria que pueda producir ruidos molestos a la comunidad.

Emisiones de olores y vectores:

Para controlar los malos olores de la materia orgánica en la fuente, es necesario utilizar un tarro con tapa hermética el cual evita la emisión de olores y controla la proliferación de vectores

En el proceso de armar las pilas (compostaje) se evitan los malos olores, mediante la utilización de levadura, que acelera el proceso de descomposición, controlando a su vez la aparición de vectores.

Producción de lixiviados:

Los lixiviados que se producen por la descomposición de la materia orgánica, se pueden controlar, llevando a cabo el proceso de maduración del humus en sitios techados, evitando así el contacto de la lluvia con el material, evitando así la escorrentía.

7.3.6 Viabilidad social del Compost y la Lombricultura.- La viabilidad social se basa en la aceptación del proyecto, por parte de la comunidad, para esto, durante la ejecución de la pasantía, los habitantes del municipio (50 viviendas escogidas), participaron activamente en el proceso de caracterización, mediante las encuestas desarrolladas, donde se mostró el interés por parte de la comunidad de incorporar

el hábito de separación en la fuente, como primera etapa de el aprovechamiento de los residuos sólidos, luego en los talleres desarrollados en las instituciones educativas escogidas, en la etapa de socialización de este trabajo, se hicieron compromisos con estos entes educativos, para crear proyectos de aprovechamiento de materia orgánica como compost y lombricultura, inicialmente en las instituciones, para posteriormente proyectarlo a toda la comunidad, generando de esta manera nuevas fuentes de empleo en la zona, mejores condiciones de salud y por tanto mejor calidad de vida.

8 CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en los “Estudios de Caracterización y Generación de los Residuos Sólidos Municipales” se concluye que el procedimiento de muestreo y el análisis estadístico aplicado para estimar la generación per. cápita domiciliaria y la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y de plaza de mercado fue confiable en más de un 90%, ya que el número de elementos de la muestra fue el adecuado, las muestras resultaron representativas y los valores sospechosos rechazados fueron mínimos.

La producción de residuos per cápita calculada para la cabecera municipal de Cajibío es de 0,38 Kg/hab.día, siendo la materia orgánica el componente que más se produce, con un 73% del total de los residuos muestreados, comparando este porcentaje, con estudios realizados en zonas con características similares, muestran que la distribución de los residuos sólidos domiciliarios de la materia orgánica debe estar entre 60 – 80% de la producción total, lo cual indica que el dato obtenido para la Cabecera Municipal de Cajibío está dentro del rango.

Es importante considerar algunos residuos inorgánicos de posible recuperación, como el plástico con un 7,13%, el vidrio con 3,98%, el cartón con 2,7% y metales con 1,65%, los cuales sumados representan el 15,46% de la producción total lo cual es un porcentaje importante si se trata de disminuir la cantidad de residuos que quedan por disponer.

En cuanto a los residuos sólidos provenientes de la Plaza de mercado, el único material susceptible de aprovechamiento, es la materia orgánica, con 94,35%, ya que el resto de los residuos inorgánicos se entregan en muy mal estado, siendo difícil su reincorporación al ciclo productivo.

Referente al manejo de los residuos sólidos en la cabecera municipal, de la comunidad encuestada, el 64% se encuentra conforme con la prestación del servicio de aseo en general, el resto lo considera regular o malo; esto evidencia que hay falencias, especialmente en la fase de recolección, esto se da principalmente por el difícil acceso por parte del vehículo recolector a algunos barrios de la zona urbana.

Se logró la participación de los habitantes del Municipio, por medio de encuestas, estas sirvieron para conocer la disposición de los habitantes a separar las basuras de sus viviendas; en un principio, el 94% de las personas encuestadas mostraron su interés en llevar a cabo esta práctica, y al final el 82% de los habitantes realizaron de manera correcta la clasificación; lo que demuestra la alta disposición de la comunidad en cambiar los hábitos de presentación y aprovechamiento de sus basuras; esto contrasta con el bajo porcentaje de reutilización de las basuras de manera técnica y efectiva, lo que demuestra, la falta de capacitación técnica y educativa que impide el desarrollo de proyectos de aprovechamiento.

El trabajo de encuestas permitió evidenciar las prácticas de manejo de los residuos sólidos al interior de las viviendas de la Cabecera Municipal, dentro de estas costumbres se destacan la quema, con un 60% de las personas que no entregan la totalidad de las basuras al servicio de recolección (40%) y el enterramiento con un 40%; lo que origina que las cifras indicadas por algunos productos puedan ser inferiores a la realidad.

El sitio de disposición final de residuos sólidos en la cabecera municipal, carece de un sistema para el manejo de lixiviados y gases, y su vida útil, en las condiciones actuales, está próxima a concluir, entre otras razones por el bajo nivel de aprovechamiento de los residuos sólidos generados, haciéndose necesario, iniciar la búsqueda de un nuevo lugar para un nuevo relleno sanitario, o por el contrario adoptar programas de aprovechamiento y manejo de residuos sólidos, para de

esta forma aumentar la vida útil del lugar de disposición final actual y mejorar sus condiciones técnicas.

En cuanto al manejo de los residuos sólidos en los centros poblados, a pesar de que no se presta el servicio de recolección, debido principalmente a las dificultades en el transporte, por el mal estado de las vías, y el difícil acceso a estas localidades, se presenta un cultura del aprovechamiento especialmente de residuos orgánicos, en alimentación de animales principalmente y el reciclaje “espontáneo” de objetos, empaques, entre otros; el problema se agudiza en las zonas rurales dispersas, donde el manejo es responsabilidad individual y en la falta de un sitio de disposición final con todas las especificaciones técnicas con el fin de mitigar problemas de salubridad, contaminación del ambiente y mal aspecto al paisaje en general.

La metodología manejada en el desarrollo de los talleres, facilita el diálogo de saberes cotidianos e históricos de las comunidades y el saber técnico científico de los especialistas, de esta forma se pueden leer los problemas desde las manifestaciones de los miembros de la comunidad, y así generar soluciones viables a estas problemáticas.

De acuerdo con la evaluación realizada por los participantes, el taller fue provechoso y representó un aporte para el trabajo que se desarrolla en las instituciones educativas.

Después de estudiar las diferentes alternativas planteadas para los componentes identificados como ejes básicos del servicio de aseo y teniendo en cuenta algunos requerimientos técnicos, ambientales, sociales, viabilidad de uso y sostenibilidad económica, determinados por la información obtenida en el diagnóstico, caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y de plaza de mercados y su manejo actual, se escogió la alternativa de aprovechamiento de los residuos

sólidos orgánicos como Compost y Lombricultura, debido a que fue la que obtuvo mayor calificación total para los criterios de evaluación establecidos.

Aunque se escogió una alternativa en particular de aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios, es necesario considerar la implementación del resto de alternativas planteadas, de esta manera se aumentarían los beneficios para la comunidad, en aumento de la vida útil del sitio de disposición final, incremento de fuentes de empleo, mejoramiento de la calidad de vida de la población en general, entre otras.

Después de estudiar la viabilidad técnica, económica, legal, ambiental y social de los tratamientos de Compost y Lombricultura, se pudo concluir que el tratamiento mas viable para estos residuos domiciliarios, es la lombricultura, debido a que su rentabilidad económica es alta, como lo muestran los indicadores de evaluación, además este es un tratamiento que no requiere maquinaria y su implementación es muy fácil de llevar a cabo. Teniendo en cuenta que la Lombricultura se puede realizar por diferentes métodos, se desarrolló el método que requiriera de menos inversión y espacio.

9 RECOMENDACIONES

Es importante informar a la población acerca de los beneficios del buen manejo y disposición final de los residuos sólidos, ya que al momento de realizar las encuestas muchas personas no querían colaborar con el estudio o algunas viviendas no lo tomaban con seriedad.

Si alguna vivienda no cuenta con un número visible, se deben ubicar en el plano y anotar algunas referencias de la vivienda. Al momento de la recolección surgieron problemas, por que muchas viviendas no tenían número, por lo que algunas viviendas no se lograron ubicar con facilidad.

Al final del estudio es muy importante agradecer a la población por su participación, informar acerca de los resultados finales del estudio y brindarles el informe final si lo desean, para que se sientan parte del estudio, y quizás en futuros estudios poder contar con su colaboración.

Para tener valores más exactos de la composición de los residuos sólidos domiciliarios se tendría que hacer un estudio mas detallado en diferentes periodos del año, ya que la generación de ciertos productos difiere con las estaciones del año.

Se hace necesario adecuar en cada centro poblado un sitio de disposición final con mejores condiciones técnicas, teniendo en cuenta el manejo ambiental, y el aprovechamiento de los residuos sólidos para el manejo de las basuras en cada uno de estos centros poblados. Es necesario adaptar un lugar de disposición final en cada centro, debido a la dispersión y difícil acceso que existe entre un centro poblado y otro.

Por lo anterior es necesario llevar a cabo programas y proyectos que propendan por el adecuado manejo de los residuos sólidos en estas zonas, implementando

prácticas que permitan la disminución de residuos, la reutilización y el aprovechamiento (compostaje y/o lombricultura), objetivos encaminados a cumplir con las políticas de desarrollo sostenible, al igual que a velar por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la zona rural, garantizando no solo la protección del ambiente y la mitigación de impactos, sino también el porvenir de las generaciones futuras.

Formar técnicos por medio de las asistencias del sector institucional, en las zonas rurales, a través de programas (SENA, CRC, UMATA, Secretaria de Educación Municipal) para la formación de personas con vocación e interés en el manejo de los residuos sólidos.

Crear programas de “Huertas Orgánicas” para rescatar los valores culturales de las comunidades rurales a través del uso de abonos orgánicos elaborados a partir de los residuos sólidos, recuperando las tradiciones culturales y disminuyendo el incremento en los costos de la canasta familiar, presentándose esta, como una de las alternativas adecuadas para el manejo de los residuos sólidos orgánicos.

Concentrar los esfuerzos en fortalecer proyectos en marcha, en coordinación con los entes encargados del servicio público de aseo. No se trata de que las instituciones educativas realicen proyectos de manera aislada y por fuera de su función social.

El trabajo de los estudiantes con las comunidades requiere, básicamente, de un apoyo en cuanto a materiales y fotocopias y, en lo posible, este debe provenir de lo presupuestado en los PGIRS.

Aprovechar las reuniones departamentales y municipales relativas a los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, para chequear los programas educativos y asegurarse que estén contempladas acciones con el SSE tendientes

a la minimización del consumo, eliminación de botaderos y separación en la fuente y aprovechamiento –donde sea pertinente.

Es muy importante orientar las acciones municipales a la socialización del taller con los directivos docentes, las personas encargadas de coordinar los PGIRS, los funcionarios encargados del servicio público de aseo, los promotores ambientales comunitarios y técnicos de saneamiento. Son actividades prioritarias compartir los compromisos concertados en el taller, buscar la información de los PGIRS relacionada con los problemas prioritarios ligados a residuos sólidos y las estrategias educativas previstas.

BIBLIOGRAFIA

1. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, OPS/OMS, "GESTION DE RESIDUOS SÓLIDOS EN SITUACIONES DE DESASTRE", Serie Salud Ambiental y Desastres N° 1, 2003
2. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, OPS/OMS, "GUIA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CIUDADES PEQUEÑAS Y ZONAS RURALES", 1999.
3. Collazos P. Héctor, "DISEÑO Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS", Acodal-Aidis, 2001.
4. Collazos P. Héctor, "RESIDUOS SÓLIDOS", Universidad Nacional de Colombia, 1998.
5. Guías Ambientales del Ministerio del Medio Ambiente – 2002:
 - Selección de tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos.
 - Rellenos Sanitarios.
 - Saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto.
6. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Educación Nacional, UNICEF, Embajada real de los Países Bajos. "GUIAS PARA ELABORAR EL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA MUNICIPIOS MENORES DE 50.000 HABITANTES", Módulos 0, 1, 2 y 3.
7. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de Educación Nacional, UNICEF, Embajada real de los Países Bajos. "SERVICIO SOCIAL ESTUDIANTIL", Multimedia, sin fecha.
8. Ministerio del Medio Ambiente, "GUIA PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGIAS DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS", 1998.
9. "PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CAJIBÍO".
10. República de Colombia, Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico, Resolución 201 de 2001 sobre el establecimiento de

las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los planes de gestión y resultados

11. UNICEF, SENA, Ministerio Desarrollo, Ministerio del Medio Ambiente, Embajada Real de los Países Bajos, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. “Instalación, manejo y comercialización de la lombricultura y el compostaje” - Multimedia, sin fecha.
12. UNICEF, SENA, Ministerio Desarrollo, Ministerio del Medio Ambiente, Embajada Real de los Países Bajos, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. “Manejo Integral de los Residuos Sólidos Municipales” - Multimedia, sin fecha.
13. (www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/dir_agua_potable_saneam_basico/direccion/direccion_agua_potable.htm)
14. (www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/dir_agua_potable_saneam_basico/residuos_solidos/residuos_solidos.htm)

ANEXOS

ANEXO A. GENERACION DE RSM EN ALGUNOS PAISES

Países	Generación (kg/hab/día)
Canadá	1,9
Estados Unidos	1,5
Holanda	1,3
Suiza	1,2
Japón	1,0
Europa (otros)	0,9
India	0,4
Ecuador (93)	0,73
Bolivia (94)	0,56
Colombia (95)	0,74
Costa Rica (96)	0,66
Guatemala (92)	0,50
Uruguay (96)	0,75

*Fuente: OPS. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 1995. Serie Ambiental NE 15.
 OPS. Estudios sectoriales de residuos sólidos de Colombia, Guatemala, México y Uruguay. 1995-1996.
 Fundación Natura. Manejo de desechos sólidos en el Ecuador. 1993.
 OPS; BID. Informes de expertos locales para el presente diagnóstico. 1996.*

ANEXO B. FORMATO DE LA ENCUESTA

DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RECOLECCION, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CAJIBÍO (ZONA URBANA)

Fecha: _____ Corregimiento: _____

INFORMACION GENERAL:

1. Barrio: _____ 2. Dirección: _____

3. Cuantas personas viven en la casa? _____

4. Cuantas de ellas trabajan? _____

5. En que trabajan? _____

Actividad	Nº de Personas
a. Comerciante	
b. Empleado Público	
c. Agricultor	
d. Independiente	
e. otros	

INFORMACION SOBRE EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA VIVIENDA

6. Que recipiente utiliza para la presentación de sus basuras?

a. Costal _____

b. Bolsa plástica _____

c. Tarro _____

d. Bolsa plástica / Tarro _____

e. Otro, cual _____

7. Separa algún tipo de basura para entregarlo luego al recolector de el prestador del servicio a al reciclador?

SI _____

NO _____

Diga Cuáles:

Residuos de alimentos _____
Papel y cartón _____
Plásticos _____
Vidrio _____
Metales _____

Otros, especificar

8. Reutiliza las basuras que se producen en su vivienda?

SI _____

NO _____

Diga Cuál:

Residuos de alimentos _____ Metales _____
Papel y cartón _____
Plásticos _____
Vidrio _____

9. Que hace finalmente con las basuras?

a. Entrega las basura al recolector del prestador del servicio Siempre _____
Algunas Veces _____ Nunca _____

Por que?

b. Si no entrega, diga que hace con las basuras?

c. El solar _____
d. La Quema _____
e. A la calle _____
f. La entierra _____
g. Otros, cual?

SI ENTREGA LAS BASURAS AL CARRO RECOLECTOR (Conteste)

10. Cuantas veces por semana pasa el recolector del prestador del servicio?

11. Cuanto paga por el servicio de aseo? _____

12. Como considera el servicio actual de aseo del prestador del servicio?
Bueno _____ Malo _____ Regular _____

Por Que?

13. Donde hace la prestación de sus basuras

- a. En la acera de la casa _____
- b. En la esquina mas próxima _____
- c. En otro sitio, especificar _____

14. Estaría dispuesto a separar la basura de su vivienda para presentarla?
SI _____ NO _____

15. Como se limpia la vía donde vive?

- a. No se barre _____
- b. La barre el prestador del servicio _____ Cada cuanto? _____
- c. La barren los vecinos _____

16. Conoce usted botaderos clandestinos en su barrio?

SI _____ NO _____

Si, ubíquelo

SI SU TIPO DE VOCACION ES AGRICOLA

17. Que residuo sólido se genera en su actividad?

18. Como elimina los residuos sólidos generados?

Alimentación de animales _____
Semilla para nuevo cultivo _____
Combustión _____
Abonos orgánicos _____
No hay tratamiento _____

19. Utiliza agroquímicos en su actividad? SI _____ NO _____

20. Que hace con los empaques de los agroquímicos?

Quema _____
Bota a cielo abierto _____
Entierra _____
Reutiliza _____

21. Considera que el mal manejo de los residuos sólidos es un problema para su comunidad? SI _____ NO _____

Por que?

OBSERVACIONES

ANEXO C. FOTOGRAFIAS TALLERES



ANEXO C.1 Desarrollo del taller en la Institución Educativa Carmen de Quintana



ANEXO C.2 Participación de los estudiantes en el desarrollo de los talleres



ANEXO C.3 Desarrollo del taller en el ITAF



ANEXO C.4 Presentación de resultados de los talleres

ANEXO D. EVALUACIÓN DE LOS TALLERES

Aspecto	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	No. de votos
1. Contenido Temático					
Temas desarrollados	31	14			45
Profundidad del tema	18	22	4		44
Aplicabilidad	23	16	6		45
2. Metodología					
Permite la participación	32	9	3		44
Ayuda a la comprensión y asimilación del tema	36	9			45
Desarrolla la iniciativa y la creatividad	31	10	4		45
Material didáctico	33	8	1		42
3. Facilitador					
Conocimiento del tema	34	11			45
Claridad en la exposición	28	15	2		45
Capacidad para comunicar ideas	27	16	2		45
Manejo del grupo	21	23	1		45
Capacidad para responder preguntas	19	20	4		43
Puntualidad	26	16	2	1	45
Trato a participantes	33	11	1		45
4. Grupo					
Puntualidad	12	29	2	2	45
Interés por el tema	20	23	2		45
Respeto por los demás	25	19	1		45
Participación activa	20	20	5		45
5. Organización					
Instalaciones físicas	22	20	2	1	45
Apoyo logístico	24	20	1		45
Total					
	515	331	43	4	893
%					
	58	37	5	0	100

ANEXO E. TABLAS DE FLUJO DE FONDOS COMPOST Y LOMBRICULTURA

ANEXO E.1 Flujo de fondos de la lombricultura

	AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+INGRESOS DE OPERACIÓN			24120000	24881400	25659000	26436600	27216000	27993600	29770000	30576600	31381200
- COSTOS DE OPERACION			8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300
Ganancias netas contables			15265700	16027100	16804700	17582300	18361700	19139300	20915700	21722300	22526900
- Costos de inversión		5730000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE FONDOS NETO		-5730000	15265700	16027100	16804700	17582300	18361700	19139300	20915700	21722300	22526900
TIR		271,35									
VPN		145943452									
R B/C		26,47									

ANEXO E.2 Flujo de fondos del Compost

	AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
+INGRESOS DE OPERACIÓN			20085000	20734500	21382500	22030500	22680000	23328000	24808500	25480500	26151000
- COSTOS DE OPERACION			8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300	8854300
Ganancias netas contables			11230700	11880200	12528200	13176200	13825700	14473700	15954200	16626200	17296700
- Costos de inversión		6410000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO DE FONDOS NETO		-6410000	11230700	11880200	12528200	13176200	13825700	14473700	15954200	16626200	17296700
TIR	180,81										
VPN	107924834										
R B/C	17,84										

ANEXO F. FORMATO DE REGISTRO DE PESOS DE RESIDUOS SÓLIDOS

FORMATO DE REGISTRO DE PESOS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO CAJIBÍO (CAUCA)					
VIVIENDA (Nº)	NOMBRE	SITIO	DIRECCION	BARRIO	PESOS (Kg)
1	MILDRED ACOSTA OROZCO	DROGUERIA	CLL4 Nro.1-40	PORVENIR	11
2	BEATRIS ELENA SALAZAR	VIVIENDA	CLL 4 Nro: 1-51	PORVENIR	11
3	LIMBANIA OROZCO	VIVIENDA	CLL5 Nro. 0-16	PORVENIR	14
4	LUZ EDILMA FLOR	VIVIENDA	CLL5 Nro 0-20	PORVENIR	25
5	JENNY VIVAQUIRA	VIVIENDA	CRA 1 Nro. 1-21	PORVENIR	11
6	VITER IBARRA	VIVIENDA		CHAYANI II	9
7	NORA CECILIA SALINAS	VIVIENDA		CHAYANI II	17
8	MIRIAM ELIZABETH FLOR	VIVIENDA		CHAYANI II	14
9	ROCIO CASTRO	VIVIENDA	CLL 2 Nro.6-12	QUINDIO	4
10	LILIANA PASOS	VIVIENDA	CRA. 2 Nro. 6-40	QUINDIO	6
11	LUZ MARINA VALENCIA	VIVIENDA		CHAYANI I	23
12	DORIS F. FLOR	VIVIENDA		CHAYANI I	18,5
13	ROSALBA CAMPO	VIVIENDA		CHAYANI I	22
14	LIBIA MARINA GOMES	VIVIENDA		PATIO BONITO	18
15	RAQUEL VIDAL	VIVIENDA	CRA. 2 Nro. 3-42	PATIO BONITO	14,5
16	AMANDA VIDAL	VIVIENDA		PATIO BONITO	13
17	MARIA DISA LUGO	VIVIENDA	CRA 2 Nro. 3-63	PATIO BOITO	6,5
18	SANDRA ARIAS	TIENDA	CRA. 2 Nro. 3-74	PATIO BONITO	11
19	GLADIS VARGAS	VIVIENDA	CRA. 2 Nro. 4-53	PATIO BONITO	9,5
20	YOLANDA LOPEZ	VIVIENDA	CRA. 3 NRO. 2-10	PATIO BONITO	13
21	CARMEN P. OLAVE	VIVIENDA	CRA 2 Nro.3-37	PATIO BONITO	17,5
22	AURA E. FERNANDES	VIVIENDA	CLL 4 Nro. 3-66	MEDELLIN	15
23	LIGIA M. CAMAYO	VIVIENDA	CLL3 Nro.3-33	MEDELLIN	4,5
24	NOEMI CORREA	TIENDA	CRA. 5 Nro. 4-80	MEDELLIN	20
25	MARIA FIDELIA CARVAJAL	VIVIENDA		NUEVO	10
26	FLOR MARIA VIVAZ	VIVIENDA	CRA. 4 Nro. 5-29	NUEVO	13
27	ARLE MORALES	VIVIENDA	CRA 4 Nro. 6-30	NUEVO	6
28	MARIELA DAZA	VIVIENDA	CLL.6 Nro. 3-38	NUEVO	13
29	MARCO RAUL DAZA	GRANERO		NUEVO	63

30	DORIS MOSQUERA	VIVIENDA		NUEVO	13
31	ELIZABETH BAMBAGUE	VIVIENDA	CLL 7 Nro. 4-54	NUEVO	9
32	JULIA BAMBAGUE	VIVIENDA		NUEVO	20
33	EUGENIA FERNANDEZ	VIVIENDA	CLL5 Nro. 4 - 34	CALLE REAL	35
34	YAMILET ARANDA	TIENDA	CLL 5 Nro 4- 30	CALLE REAL	5
35	GLORIA PAZ	VIVIENDA	CLL 5 Nro 4 - 49	CALLE REAL	6
36	TULIO OROZCO	VIVIENDA		AGUACATAL	14
37	CARMEN DELIA GONZALEZ	VIVIENDA		AGUACATAL	0,5
38	ANA VALENCIA	VIVIENDA	CLL 5 Nro 5 - 37	AGUACATAL	5
39	HILMA CALDONO	VIVIENDA	CLL 5 Nro 5 - 183	AGUACATAL	6
40	ALEJANDRO HENAO	VIVIENDA	CLL 5 Nro 5 - 245	AGUACATAL	3,5
41	EREYDI A. PASOS	VIVIENDA	CLL 2 Nro 5 - 30	CENTRO	11,5
42	CESAR VALENCIA	TIENDA	CRA. 3 Nro 3 - 02	CENTRO	15
43	JULIO HURTADO	TIENDA	CRA. 3 Nro 4- 65	CENTRO	19,5
44	JAMES CAMAYO	TIENDA	CLL 5 Nro 2 - 65	CENTRO	12,5
45	MARIA GLADIS FLOR	PANADERIA	CLL 5 Nro 2 - 21	CENTRO	14
46	FLOR VARGAS	CARNICERIA		CENTRO	19
47	ORLANDO ORTIZ	VIVIENDA	CRA 5 Nro 5 - 17	CENTRO	24
48	ORLANDO QUIJANO	VIVIENDA		JARDIN	9
49	JESUS ALEGRIA	VIVIENDA		JARDÍN	8
50	RUBEN HERNANDEZ	VIVIENDA	CRA 6 Nro. 4 - 45	JARDÍN	11,5