

**GESTION AMBIENTAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS  
(R.S.U.) EN EL MUNICIPIO DE POPAYAN**

**BERNARDO JOSE SENDOYA HINCAPIE**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION  
PROGRAMA DE BIOLOGIA  
POPAYAN  
2.001**

**GESTION AMBIENTAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS  
(R.S.U.) EN EL MUNICIPIO DE POPAYAN**

**BERNARDO JOSE SENDOYA HINCAPIE**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Biólogo

Director

**LEONIDAS ZAMBRANO POLANCO**

Licenciado en Biología, Magíster en Ciencias: Biología Vegetal

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION**

**PROGRAMA DE BIOLOGIA**

**POPAYAN**

**2.001**

**Nota de aceptación**

---

---

---

**Director:** Leonidas Zambrano Polanco

**Jurado:** Antonio José Valverde

**Jurado:** Sigifredo Turga Avila

Fecha de Sustentación: Popayán, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2.001

**“No habría podido culminar  
esta etapa de mi vida sin el  
apoyo de quienes creyeron en  
mi.**

**A la memoria de Omar que  
donde esté sienta suyo este  
triunfo.**

**A Mariale, agradecerle por  
estar siempre a mi lado.**

**A mi madre Claudia con  
todo mi amor”.**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Leonidas Zambrano Polanco, Magíster en Ciencias y Director de la Investigación, por sus valiosas orientaciones.

Apolinar Figueroa, Doctor en Ciencias y Asesor de la Investigación, por sus grandes aportes.

Eduardo Enrique Roman Gómez, Ingeniero Agrónomo y Gerente General de la empresa BIOENLACE 21 S.A., por la confianza y apoyo recibido de él y de la empresa a la cual representa.

A los docentes del Grupo de Estudios Ambientales y en especial al profesor Guillermo Vasquez por su confianza y constante motivación para salir adelante.

Y a todas aquellas personas que con su apoyo permitieron la culminación del presente trabajo.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>GLOSARIO</b>	<b>19</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>21</b>
<b>0. INTRODUCCION</b>	<b>22</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>26</b>
<b>1.1 General</b>	<b>26</b>
<b>1.2 Específicos</b>	<b>26</b>
<b>2. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>28</b>
<b>2.1 ¿QUE CONTIENEN LOS RESIDUOS?</b>	<b>31</b>
<b>2.2 QUE SE HACE CON LOS RESIDUOS</b>	<b>35</b>
<b>2.3 DATOS ESTADISTICOS DE LA COMPOSICION Y         MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (R.S.U.) EN         DISTINTOS PAISES DEL MUNDO</b>	<b>41</b>
<b>2.3.1 Residuos sólidos en México</b>	<b>41</b>
<b>2.3.2 Residuos sólidos en Perú</b>	<b>43</b>
<b>2.3.3 Residuos sólidos en Chile</b>	<b>45</b>
<b>2.3.4 Datos estadísticos de la gestión de residuos sólidos urbanos                 en América latina</b>	<b>45</b>
<b>2.3.5 Residuos sólidos en distintos países del mundo</b>	<b>48</b>
<b>2.4 TENDENCIAS DEL MANEJO DE R.S.U.</b>	<b>49</b>
<b>2.5 ASPECTOS PRACTICOS DE MANEJO DE DESECHOS         MEDIANTE COMPOSTAJE</b>	<b>51</b>

2.5.1 Etapas del compostaje	53
<b>2.6 FICHA TECNICA DE LOS INSUMOS AGRICOLAS UTILIZADOS A LO LARGO DEL ESTUDIO</b>	<b>57</b>
2.6.1 Biomax	58
2.6.2 Bioagent 21	59
2.6.3 Mig 21	60
2.6.4 Preferal 21	61
2.6.5 Trik 21	63
<b>3. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>66</b>
3.1 INFORMACION UTIL	68
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>71</b>
<b>4.1 CARACTERIZACION Y EVALUACION AMBIENTAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (R.S.U.)</b>	<b>71</b>
<b>4.2 PRODUCCION DE UN PRE-HUMICO POR MEDIO DE COMPOSTAJE</b>	<b>72</b>
4.2.1 Recolección de basuras domiciliarias	72
4.2.2 Caracterización y almacenamiento de las basuras	72
4.2.3 Preparación del pre-húmico por compostaje	73
<b>4.3 PRUEBA BAJO INVERNADERO: CUBETAS DEMOSTRATIVAS</b>	<b>74</b>
4.3.1 Trabajo con frijol común ( <u>Phaseolus vulgaris</u> )	76
4.3.1.1 Selección y evaluación de semillas	76
4.3.1.2 Siembra	76
4.3.2 Comparaciones entre tratamientos	77
4.3.2.1 comparación de sustratos	77

4.3.2.2	Análisis fisiológico	77
4.4	<b>PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS URBANOS</b>	78
5.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	79
5.1	<b>CARACTERIZACION Y EVALUACION AMBIENTAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (R.S.U.)</b>	79
5.2	<b>PRODUCCION DE UN PRE-HUMICO POR MEDIO DE COMPOSTAJE</b>	105
5.2.1	Recolección y caracterización de basuras	105
5.2.2	Preparación del pre-húmico por compostaje	107
5.2.2.1	Análisis del compost	109
5.3	<b>PRUEBA BAJO INVERNADERO: CUBETAS DEMOSTRATIVAS</b>	110
5.3.1	Viabilidad	110
5.3.2	Comparaciones entre tratamientos	110
5.3.2.1	Comparación de sustratos	110
5.3.2.2	Análisis fisiológico	110
5.4	<b>PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS URBANOS</b>	114
5.4.1	Propuesta 1	114
5.4.1.1	Fases del proyecto	115
5.4.1.1.1	Fase de diagnóstico	115
5.4.1.1.2	Fase de diseño e implementación del programa de manejo de R.S.U. en el municipio de Popayán	115
5.4.1.1.3	Fase operativa	116
5.4.1.2	Descripción del proyecto	116

<b>5.4.1.3 Infraestructura y procesos</b>	<b>117</b>
<b>5.4.1.4 Proceso de producción</b>	<b>119</b>
<b>5.4.1.4.1 Recolección de materia prima</b>	<b>120</b>
<b>5.4.1.4.2 Acondicionamiento</b>	<b>120</b>
<b>5.4.1.4.3 Apilado</b>	<b>120</b>
<b>5.4.1.4.4 Volteo</b>	<b>121</b>
<b>5.4.1.4.5 Empaque</b>	<b>121</b>
<b>5.4.1.4.6 Almacenamiento y distribución</b>	<b>122</b>
<b>5.4.1.5 Diagrama del proceso</b>	<b>122</b>
<b>5.4.1.6 Inversiones planta y equipos</b>	<b>123</b>
<b>5.4.1.7 Recurso humano</b>	<b>124</b>
<b>5.4.1.7.1 Organigrama</b>	<b>125</b>
<b>5.4.2 Propuesta 2</b>	<b>126</b>
<b>5.4.2.1 Montaje de módulos de entrenamiento</b>	<b>126</b>
<b>5.4.2.1.1 Temas de capacitación</b>	<b>126</b>
<b>5.4.2.1.2 Ayudas audiovisuales</b>	<b>126</b>
<b>5.4.2.2 Implementación de los módulos</b>	<b>127</b>
<b>5.4.2.3 Brigadas universitarias de manejo de basuras (BUMB)</b>	<b>127</b>
<b>5.4.3 Propuesta 3</b>	<b>128</b>
<b>5.4.3.1 Objetivos del proyecto</b>	<b>128</b>
<b>5.4.3.2 Recursos para ejecutar el proyecto</b>	<b>129</b>
<b>5.4.3.3 Resultados esperados</b>	<b>129</b>
<b>5.4.4 Propuesta 4</b>	<b>131</b>

<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>137</b>
<b>7. RECOMENDACIONES</b>	<b>140</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>146</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>148</b>

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1. Componentes principales de los residuos sólidos.</b>	<b>32</b>
<b>Cuadro 2. Generación de residuos sólidos en México (ton/día).</b>	<b>41</b>
<b>Cuadro 3. Generación per capita y generación total de residuos sólidos domésticos en ciudades seleccionadas del Perú.</b>	<b>43</b>
<b>Cuadro 4. Composición física de residuos sólidos en algunas ciudades del Perú (%).</b>	<b>44</b>
<b>Cuadro 5. Composición media de los R.S.U. de la ciudad de Viña del Mar – Chile, por estrato socioeconómico (1995).</b>	<b>44</b>
<b>Cuadro 6. Composición de residuos domésticos en distintos países del mundo (proporción del peso total).</b>	<b>48</b>
<b>Cuadro 7. Tendencias mundiales del tratamiento y disposición final de los R.S.U.</b>	<b>50</b>
<b>Cuadro 8. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos en la galería del barrio Alfonso López, municipio de Popayán.</b>	<b>80</b>
<b>Cuadro 9. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos de la galería del barrio la Esmeralda, municipio de Popayán.</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro 10. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos de la galería del barrio Bolívar, municipio de Popayán.</b>	<b>84</b>
<b>Cuadro 11. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos de la galería del barrio Bello Horizonte, municipio de Popayán.</b>	<b>87</b>
<b>Cuadro 12. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos en la galería del barrio Las Palmas, municipio de Popayán.</b>	<b>88</b>

<b>Cuadro 13. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del río Molino en su recorrido por el casco urbano del municipio de Popayán.</b>	<b>90</b>
<b>Cuadro 14. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente las condiciones ambientales del relleno sanitario del municipio de Popayán.</b>	<b>92</b>
<b>Cuadro 15. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Campamento, municipio de Popayán.</b>	<b>93</b>
<b>Cuadro 16. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos en la urbanización Villa Mercedes, municipio de Popayán.</b>	<b>94</b>
<b>Cuadro 17. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Palacé, municipio de Popayán.</b>	<b>95</b>
<b>Cuadro 18. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Valencia, municipio de Popayán.</b>	<b>96</b>
<b>Cuadro 19. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Los Sauces, municipio de Popayán.</b>	<b>97</b>
<b>Cuadro 20. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Avelino Ull, municipio de Popayán.</b>	<b>99</b>
<b>Cuadro 21. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de los residuos sólidos del hospital universitario San José, municipio de Popayán.</b>	<b>101</b>
<b>Cuadro 22. Matriz de Sorensen para manejo de R.S.U. en distintos puntos del municipio de Popayán.</b>	<b>102</b>
<b>Cuadro 23. Matriz de Sorensen para manejo de R.S.U. en distintos puntos del municipio de Popayán.</b>	<b>103</b>
<b>Cuadro 24. Composición porcentual de los residuos sólidos colectados en 6 barrios de la ciudad de Popayán.</b>	<b>105</b>
<b>Cuadro 25. Etapas del compost.</b>	<b>107</b>

<b>Cuadro 26. Características generales del compost.</b>	<b>108</b>
<b>Cuadro 27. Resultado promedio de los datos fenológicos de frijol común (<u>Phaseolus vulgaris</u>), para dos tratamientos distintos y un grupo control, julio – agosto de 2.000.</b>	<b>112</b>
<b>Cuadro 28. Promedios de crecimiento longitudinal, área foliar y peso seco, en frijol común (<u>Phaseolus vulgaris</u>), julio – agosto de 2.000.</b>	<b>114</b>
<b>Cuadro 29. Materiales y equipos necesarios para realizar el proyecto.</b>	<b>123</b>
<b>Cuadro 30. Recurso humano – escalafón y nivel salarial.</b>	<b>124</b>
<b>Cuadro 31. Recolección de R.S.U. en seis barrios del municipio de Popayán, marzo de 2.000.</b>	<b>154</b>
<b>Cuadro 32. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Campamento para ocho usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000.</b>	<b>155</b>
<b>Cuadro 33. Promedio y caracterización de los residuos sólidos de la urbanización Villa Mercedes para siete usuarios residenciales (un bloque), marzo de 2.000.</b>	<b>155</b>
<b>Cuadro 34. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Valencia para 18 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000.</b>	<b>156</b>
<b>Cuadro 35. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Palacé para 12 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000.</b>	<b>156</b>
<b>Cuadro 36. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio los Sauces para 14 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000.</b>	<b>157</b>
<b>Cuadro 37. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Avelino Ull para 16 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000.</b>	<b>157</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1. Estadísticas sobre la composición de los residuos domésticos (promedios mundiales).</b>	<b>34</b>
<b>Figura 2. Ciclo de los residuos sólidos urbanos.</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3. Cantidad de energía que se produce por incineración en España.</b>	<b>40</b>
<b>Figura 4. Zonas del compostaje libre.</b>	<b>54</b>
<b>Figura 5. Efecto chimenea en pila de compost</b>	<b>56</b>
<b>Figura 6. Diseño experimental para cultivo de frijol común (<u>Phaseolus vulgaris</u>), en cubetas con diferentes sustratos.</b>	<b>75</b>
<b>Figura 7. Selección en la fuente.</b>	<b>114</b>
<b>Figura 8. Proceso de transferencia de R.S.U.</b>	<b>131</b>
<b>Figura 9. Planta de compostaje de residuos municipales del Baix Camp (Botarell).</b>	<b>133</b>
<b>Figura 10. Clasificación porcentual de los R.S.U. según su origen</b>	<b>149</b>
<b>Figura 11. Ciclo de vida de los R.S.U.</b>	<b>150</b>
<b>Figura 12. Flujo de los R.S.U. si se hace recolección selectiva.</b>	<b>151</b>
<b>Figura 13. Camión recolector y selector de residuos.</b>	<b>152</b>
<b>Figura 14. Esquema del proyecto de recolección selectiva de Bizkaia – España.</b>	<b>153</b>

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
<b>Fotografía 1. Residuos colectados en el mes de marzo de 2.000.</b>	<b>106</b>
<b>Fotografía 2. Maquina compostadora.</b>	<b>118</b>
<b>Fotografía 3. Areas de recepción, picado y selección de residuos de la Planta de compostaje Ciudad limpia, de Barcelona.</b>	<b>119</b>
<b>Fotografía 4. Disposición final de los residuos en la galería del barrio Bolívar.</b>	<b>158</b>
<b>Fotografía 5. Disposición final de los residuos en la galería del barrio Alfonso López.</b>	<b>159</b>
<b>Fotografía 6. Disposición final de los residuos en la galería del barrio Bello Horizonte.</b>	<b>160</b>
<b>Fotografía 7. Disposición final de los residuos en la galería del barrio Las Palmas.</b>	<b>161</b>
<b>Fotografía 8. Galería del barrio La Esmeralda.</b>	<b>162</b>
<b>Fotografía 9. Disposición final de los residuos en el hospital Universitario San José.</b>	<b>163</b>
<b>Fotografía 10. Disposición final de los residuos en la Urbanización Villa Mercedes.</b>	<b>164</b>
<b>Fotografía 11. Tratamiento uno (fertilización química) 15 d.d.s.</b>	<b>166</b>
<b>Fotografía 12. Tratamiento dos (fertilización orgánica) 15 d.d.s.</b>	<b>167</b>
<b>Fotografía 13. Tratamiento tres o grupo control 15 d.d.s.</b>	<b>168</b>
<b>Fotografía 14. Tratamiento uno (fertilización química) 35 d.d.s.</b>	<b>169</b>
<b>Fotografía 15. Tratamiento dos (fertilización orgánica) 45 d.d.s.</b>	<b>170</b>
<b>Fotografía 16. Tratamiento tres o grupo control 25 d.d.s.</b>	<b>171</b>

**Fotografía 17. Determinación del peso seco, laboratorio de la Universidad del Cauca.**

**172**

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo A. Clasificación porcentual de los R.S.U. según su origen.</b>	<b>149</b>
<b>Anexo B. Ciclo de vida de los R.S.U.</b>	<b>150</b>
<b>Anexo C. Flujo de los R.S.U. si se hace recolección Selectiva.</b>	<b>151</b>
<b>Anexo D. Camión recolector y selector de residuos.</b>	<b>152</b>
<b>Anexo E. Esquema del proyecto de recolección selectiva de Bizkaia – España.</b>	<b>153</b>
<b>Anexo F. Recolección de R.S.U. en seis barrios del municipio de Popayán, marzo de 2.000.</b>	<b>154</b>
<b>Anexo G. Cuadro 32 y Cuadro 33. Promedios y caracterización de los residuos sólidos de los barrios Campamento y Villa Mercedes.</b>	<b>155</b>
<b>Anexo H. Cuadro 34 y Cuadro 35. Promedios y caracterización de los residuos sólidos de los barrios Valencia y Palacé.</b>	<b>156</b>
<b>Anexo I. Cuadro 36 y Cuadro 37. Promedios y caracterización de los residuos sólidos de los barrios Sauces y Avelino Ull.</b>	<b>157</b>
<b>Anexo J. Disposición final de los residuos sólidos en la galería del barrio Bolívar.</b>	<b>158</b>
<b>Anexo K. Disposición final de los residuos en la galería del barrio Alfonso López.</b>	<b>159</b>
<b>Anexo L. Disposición final de los residuos en la galería del barrio Bello Horizonte.</b>	<b>160</b>
<b>Anexo M. Disposición final de los residuos en la galería del barrio Las Palmas.</b>	<b>161</b>

<b>Anexo N. Galería del barrio La Esmeralda.</b>	<b>162</b>
<b>Anexo O. Disposición final de los residuos en el hospital Universitario San José.</b>	<b>163</b>
<b>Anexo P. Disposición final de los residuos en la Urbanización Villa Mercedes.</b>	<b>164</b>
<b>Anexo Q. Resultado del análisis del compost, entregado por laboratorios Agri-lab de Bogotá.</b>	<b>165</b>
<b>Anexo R. Tratamiento uno (fertilización química) 15 d.d.s.</b>	<b>166</b>
<b>Anexo S. Tratamiento dos (fertilización orgánica) 15 d.d.s.</b>	<b>167</b>
<b>Anexo T. Tratamiento tres o grupo control 15 d.d.s.</b>	<b>168</b>
<b>Anexo U. Tratamiento uno (fertilización química) 35 d.d.s.</b>	<b>169</b>
<b>Anexo V. Tratamiento dos (fertilización orgánica) 45 d.d.s.</b>	<b>170</b>
<b>Anexo W. Tratamiento tres o grupo control 25 d.d.s.</b>	<b>171</b>
<b>Anexo X. Determinación del peso seco, laboratorio de la Universidad del Cauca.</b>	<b>172</b>

## GLOSARIO

**COMPOSTAJE:** Reciclaje directo de la materia orgánica mediante el cual esta es sometida a fermentación controlada (aerobia), con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para la agricultura.

**CHATARRA:** Restos producidos durante la fabricación o consumo de un material o producto. Se aplica tanto a objetos usados, enteros o no, como a fragmentos resultantes de la fabricación de un producto. Se utiliza fundamentalmente para metales y también para vidrio.

**ESCOMBROS:** Restos de derribos y de construcción de edificaciones, constituido principalmente por tabaquería, cerámica, cemento, hierros, madera, plásticos y tierras de excavación en las que se incluyen tierra vegetal y rocas de subsuelo.

**RECICLAJE:** Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea este el mismo en que fue generado u otro diferente. El adjetivo “reciclado”, constituye el estado final de un material que ha sufrido el proceso de reciclaje. En términos de absoluta propiedad se podría considerar el reciclaje puro solo cuando el producto material se reincorpora a su ciclo natural y primitivo.

**RECOGIDA SELECTIVA:** Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor.

**RESIDUO:** Todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar. De acuerdo con el R.D. 1160 del 13 de junio de 1986 se denomina residuo a cualquier sustancia u objeto del cual se desprende su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones en vigor. Por tanto los residuos sólidos urbanos (R.S.U.) serán los residuos generados dentro de un área urbana.

**RESIDUOS PELIGROSOS:** Sólidos, líquidos y gases que contengan alguna(s) sustancia(s) que por su composición, presentación o posible mezcla o combinación pueden significar un peligro presente o futuro, directo o indirecto para la salud humana y el entorno.

**RESIDUOS SÓLIDOS:** En función de la actividad en que son producidos, se clasifican en agropecuarios, forestales, mineros, industriales y urbanos.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es caracterizar y evaluar cualitativamente la condición ambiental actual del municipio de Popayán (zona urbana), con respecto al manejo de los residuos sólidos y proponer alternativas técnicas de gestión para los mismos, específicamente para los residuos orgánicos. Gracias a la utilización de listas de chequeo y matrices de interacción se realiza un diagnóstico de la situación actual del municipio con respecto a manejo de los R.S.U., observando que los puntos más críticos son el “Relleno Sanitario”, el río Molino en su paso por el municipio y las galerías, especialmente la del barrio Bolívar. Posteriormente se realiza un estudio del contenido de los R.S.U. en algunos barrios del municipio de Popayán, recolectando, caracterizando y cuantificando los mismos. El resultado promedio de producción de residuos por usuario domiciliario es de 2,633 kg. cada dos días, según los barrios muestreados.

Con los residuos biodegradables y materia orgánica de las “basuras” domiciliarias, se prepara un pre-húmico por medio del proceso de compostaje, obteniendo excelentes resultados en tan solo 35 días, gracias a la utilización de BIOMAX y BIOAGENT 21. Una prueba con frijol común Phaseolus vulgaris, busca mostrar las características y ventajas del pre-húmico obtenido por compostaje y comparar la respuesta fisiológica de la especie en cuestión frente a la fertilización química. Los resultados de la prueba muestran aspectos favorables del abono orgánico frente a la fertilización química hasta la fase R7; estudios posteriores permitirán datos más exactos y concretos de la diferencia entre cultivos con fertilización tradicional y la implementación de materia orgánica como única fuente de nutrimento.

Por último se plantean algunas propuestas de planes de manejo ambiental para residuos sólidos orgánicos urbanos, pensando principalmente en constituir una firma local que realice la gestión de recolección, beneficio y disposición final de los residuos del municipio de Popayán, en un esquema corporativo mixto o de empresa privada, siendo ideal el sistema mixto para aprovechar los equipos recolectores del municipio. Dicha firma montaría una planta de tratamiento de basuras para el reciclaje de no biodegradables y la fabricación de abonos orgánicos, a partir de la materia orgánica obtenida de los residuos domiciliarios. También se plantean otras propuestas menos complejas, donde se involucran colegios, universidades y a la comunidad, siendo esta la que verdaderamente se ve afectada por el manejo de los R.S.U.

**Palabras clave:** R.S.U. Residuos sólidos urbanos. R.S.O.U. Residuos sólidos orgánicos urbanos. R.S.I. Residuos sólidos industriales. R.S.I.P. Residuos sólidos industriales peligrosos.

## 0. INTRODUCCION

Dentro del amplio espectro de temas que guardan relación con una problemática de tanta actualidad como la protección del medio ambiente, la gestión de los residuos sólidos ocupa un lugar principal dentro de la gestión ambiental. 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 administrar los residuos de una forma que sea compatible con el medio ambiente y la salud pública.

En la actualidad es muy poca la gestión que se le ha dado a los residuos y su manejo no ha sido el mejor, haciéndose día a día mayor la problemática ambiental. El impacto medioambiental de un producto no se limita solamente al producto en sí sino al tratamiento que precisa dicho producto. Por lo tanto, se deben economizar las materias primas y la energía para disminuir la producción de residuos. La reutilización de un producto es una opción que debería ser alentada puesto que contribuye a evitar la producción de nuevos residuos. Mediante la transformación de parte de los materiales contenidos en los residuos podemos llegar a fabricar nuevos productos. Además los residuos pueden ser utilizados como fuente de energía.

La eliminación final de los residuos se realiza por descarga en vertederos. La tendencia actual es que los residuos reciban un pre tratamiento para reducir su peso y volumen. La

descarga en vertederos debe ser considerada como la última solución y la menos conveniente, porque deterioran el medio ambiente de las siguientes formas:

- Emitiendo gases como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el metano (CH<sub>4</sub>), que contribuyen a potencializar el "efecto invernadero" y otras sustancias como el SO<sub>2</sub>, que provocan la "lluvia ácida".
- Liberando dioxinas y furanos en proporciones superiores a las modernas plantas de incineración.
- Al producir lixiviados que se filtran a la tierra y contaminan los acuíferos.
- Por la proliferación de aves y roedores, los cuales son vectores en la transmisión de enfermedades.
- Por los malos olores.
- Por que siguen provocando explosiones e incendios tras su cierre.
- Por el negativo efecto visual que generan sobre el componente paisajístico del entorno.

El manejo de los residuos sólidos en el país, históricamente, se ha hecho en función de la prestación del Servicio de Aseo. La preocupación por los residuos generados en los centros

urbanos ha partido de consideraciones de tipo higiénico y sanitario, por lo tanto, el problema se abordó desde el momento en que la comunidad presentaba los residuos en la vía pública para que alguien los retirara; en dicho momento apareció la necesidad de establecer un proceso de recolección, como parte fundamental de un servicio público, sin importar donde irían a parar dichos residuos, y se establecieron como método de disposición la descarga al aire libre o a cuerpos de agua sin considerar externalidades de tipo ambiental, lo cual propició una cultura hacia la disposición incontrolada. (Ministerio del Medio Ambiente, 1.998).

El primer intento por conocer la situación de los residuos sólidos en el país, lo efectuó el ministerio de Salud, Dirección de Saneamiento Ambiental, en el año de 1.975, la información que se obtuvo sirvió de base para formular el Programa Nacional de Aseo Urbano, “PRONASU”. Posteriormente, se adelantaron, entre otros, los estudios que se citan a continuación y con los cuales se puede ampliar esta información:

- “Contaminación Industrial en Colombia” editado en 1.994, en su artículo “El Estado del Ambiente en Colombia” realizado por Ernesto Sánchez y Carlos Herrera. La información fue procesada en 1.992.
- “Bases Técnicas Para el Plan del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico” del Ministerio de Desarrollo, realizado en 1.995.

- Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Colombia (OPS, 1.995), documento liderado por el ministro del Medio Ambiente que contó con el apoyo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Banco Mundial (BM), en el cual se encuentra de manera detallada la presentación de la problemática y manejo de los residuos sólidos por municipios y regiones.

Los fundamentos de la política para la gestión de residuos sólidos en el país están contenidos principalmente en la Constitución Política, la Ley 99 de 1.993 y 142 de 1.994.

Así mismo el documento Conpes 2.750 Min-ambiente - Dirección Nacional de Planeación (DNP) “El salto social hacia el desarrollo sostenible” es complementario y subsidiario de la presente política, en especial en sus estrategias: política nacional y acción descentralizada, participación y concertación, apoyo científico y tecnológico y gradualidad, coherencia nacional, acciones instrumentales: ordenamiento ambiental y planificación territorial, educación concientización ambiental, fortalecimiento institucional, producción y democratización de la información y cooperación global e instrumentos. (Ministerio del Medio Ambiente, 1.998)

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 GENERAL**

Caracterizar y evaluar cualitativamente la condición ambiental actual del municipio de Popayán (zona urbana), en relación con el manejo de los residuos sólidos y proponer alternativas técnicas de gestión para los mismos, específicamente para los residuos orgánicos.

### **1.2. ESPECIFICOS**

- Clasificar y cuantificar los residuos producidos en algunos sectores urbanos del municipio de Popayán.
- Evaluar cualitativamente el efecto producido por los residuos sólidos en los diferentes componentes del ecosistema.
- Proponer alternativas para el manejo de los residuos orgánicos y realizar un ensayo a pequeña escala, para producir un pre-húmico (abono orgánico) por compostaje.

- Evaluar comparativamente los efectos de la fertilización con abono químico y abono orgánico obtenido por compostaje, en el desarrollo de plántulas de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*).

## **2. MARCO REFERENCIAL**

La especie humana transforma permanentemente la naturaleza para conseguir alimentos, vestidos y herramientas. Nuestros antepasados del paleolítico ya transformaban el sílex en hachas, el barro en vasijas, las pieles en vestido y los vegetales en fuego. Desde ese entonces dejamos residuos: huesos y restos cerámicos; eso, sí nuestros antepasados eran pocos y consumían aún menos.

El problema surge cuando la población aumenta a cifras insospechadas y las sociedades se desarrollan e industrializan, cuando el consumo se convierte en sinónimo de bienestar y lleva a la superproducción de toda clase de productos, necesarios unos, superfluos la mayor parte. La espiral producir para consumir y consumir para producir se convierte en tarea obsesiva de los países desarrollados.

Pero toda producción y todo consumo conlleva residuos inservibles que pueden llegar a ser una grave amenaza para el propio bienestar que los produjo. Se ha llegado a la situación en que el hombre está envenenando y destruyendo la naturaleza de la que siempre han vivido y, al destruir la naturaleza, se aniquila toda posibilidad, no ya de desarrollo posterior, sino de simple supervivencia. Es un modo de suicidio irracional.

¿Qué hacer?, ¿detener el progreso?, no, porque es un derecho y una meta del hombre. Hay que hacer racional ese progreso. Hacerlo sostenible y compartido con generaciones presentes y futuras. Demostrar que la razón de los hombres no sólo es poderosa para producir, sino también y sobre todo, para humanizar el progreso. Hay que cambiar los valores: lo más importante no debe ser el dinero a cualquier costo, sino el hombre. El progreso no debe estar orientado exclusivamente a este fin. De ahí que uno de los retos más importantes de nuestra sociedad sea "¿qué hacer con los residuos?". Cerrar los ojos al problema no conduce más que a un envenenamiento alarmantemente progresivo. Hay que ponerse manos a la obra: reducir, reciclar, aprovechar, eliminar, en una palabra, racionalizar los residuos. Pearl S. Buck dijo: "Todo es posible hasta que se muestre que es imposible. Y aún entonces, lo imposible puede serlo sólo de momento". (<http://www.cta.org.co/censo24.htm>)

En estos tiempos existe cierta conciencia social sobre el tema lo cual como primer paso es importante. Se sabe que la bolsa de basura que sale de cada casa no desaparece por arte de magia, sino que existe un proceso de reducción de la misma para que el medio ambiente pueda asimilarla más fácilmente. Sin embargo no es suficiente con depositar los recipientes de vidrio y los periódicos en sus correspondientes contenedores; además cada persona como ciudadana debe ser consciente de los problemas que conlleva deshacerse de los residuos domésticos. Del kilogramo de basura por persona/día que se produce, por ejemplo en el País Vasco (lo cual suma una cantidad de dos toneladas en toda la comunidad) llega a los vertederos controlados más del 90%, mientras que la cantidad que se aprovecha es ridícula. En estos momentos se siguen buscando soluciones para que la acumulación de

basura no llegue a desbordarnos. Este es uno de los problemas más importantes que la sociedad consumista actual tiene que afrontar. (<http://www.biorreciclaje.com/cbc/rsu.html>)

El problema de los residuos no es exclusivo de las grandes ciudades, si no que se da en los pueblos, veredas y corregimientos. La gente de la ciudad piensa que el campesino no sufre los inconvenientes de la basura, pero aunque este es en menor escala y los residuos producidos por ellos son en su mayoría orgánicos, el control que se hace no es el mas adecuado. La gente del campo en su mayoría incorpora directamente sus residuos orgánicos en la huerta o en sus cultivos, pero cuando se les convierten en un peso y un problema simplemente lo queman o arrojan al río. Que decir de los residuos no biodegradables, que cuando no encuentran qué mas hacer con ellos van directamente a la hoguera. El campesino podría aprovechar mucho mas sus residuos orgánicos si se organizara y tuviera la adecuada capacitación, dado que la biomasa que manejan es bastante grande (residuos de cosecha y materia fecal de animales, entre otros), obteniendo así alternativas biológicas de nutrición orgánica para el suelo y recuperación de los mismos, disminuyendo considerablemente el uso de agroquímicos.

Se ve entonces que el problema es grave y no tiene ninguna distinción social, aunque en las ciudades el nivel cultural de la gente ayuda un poco. (<http://www.biorreciclaje.com/cbc/rsu.html>). Por ejemplo en los estratos mas altos de la sociedad se observa que la gente ya piensa dos veces en arrojar su basura a la calle, mientras que las personas de mas bajos recursos no se detienen a pensar lo que están haciendo. Otro aspecto que se debe tener en cuenta es que en los estratos altos se producen mucho más residuos inorgánicos que en los

estratos bajos, dado que para un individuo de estrato medio o alto, por ejemplo, es más fácil comprar un tarro de jugo de naranjas, que comprar una docena de naranjas y hacer su jugo.

## **2.1 ¿QUE CONTIENEN LOS RESIDUOS SOLIDOS?**

La clasificación de los R.S.U. puede hacerse según distintos criterios: fuente de producción, tipo de materiales, posibilidades de tratamiento, etc. Según su procedencia los R.S.U. los podemos clasificar en:

- Residuos domiciliarios: procedentes de la actividad doméstica, como residuos de cocina, restos de alimentos, embalajes, etc. se incluyen dentro de este grupo los procedentes de domicilios colectivos como cuarteles, residencias, etc.
- Residuos voluminosos: de origen doméstico, como grandes embalajes, muebles etc. que debido a sus dimensiones, no son adecuados para su recogida por los servicios municipales, pero que pueden ser eliminados junto a los residuos domésticos.
- Residuos comerciales y de servicios: generados en actividades comerciales y del sector servicios dentro del área urbana. En este grupo, por sus características especiales, no se incluyen los residuos de hospitales ni los de mataderos.
- Residuos de limpieza viaria: procedentes de la limpieza de calles y del arreglo de jardines y parques.

El conocimiento de la composición de los residuos domésticos tiene gran importancia para la toma de decisiones, en la elección de los sistemas de tratamiento de R.S.U. (Cuadro 1).

### **Cuadro 1. Componentes principales de los residuos sólidos**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Porcentaje</b>
Materia orgánica	38,56 %
Papel – cartón	27,88 %
Plásticos	8,76 %
Vidrio	7,75 %
Pañales y textiles	3,83 %
Metales	2,53 %
Pilas y baterías	0,16 %
Otros residuos	10,53 %

Fuente: Elaboración propia, WARNER BOLLETIN,OPS/OMS,BOLLETIN CEE.

En general, la composición de las basuras es función de:

- El hábitat geográfico de la población.
- La época de producción de los residuos.
- El status o nivel social, de la población.
- Los hábitos de consumo (especialmente el alimenticio).
- El tipo de producción agraria.
- La estructura económica del entorno.
- Las motivaciones exteriores de consumo.

Para tener una mejor idea de que son los residuos sólidos urbanos (R.S.U.) y sus principales componentes, veamos algunas características de cada uno de ellos.

- **Materia orgánica.**

- Son los restos de comida que tiramos, aportando casi el 50% del total de residuos.
- Se puede usar como abono o energía si es incinerada.

- **Papeles y cartones.**

- Son productos que se pueden reciclar de una forma especialmente fácil si se depositan en determinados contenedores.
- El reciclaje supone un ahorro considerable en madera (hay que potenciarlo).

- **Plásticos.**

- Son productos derivados del petróleo y, a excepción de los biodegradables, tardan años en desaparecer.
- Algunos se pueden reciclar.
- Se pueden Incinerar produciendo por combustión dosis considerables de energía (caso del polietileno).

- **Vidrio.**

- Tarda cientos de años en biodegradarse.
- El reciclaje supone ahorro energético y de materias primas.
- Se puede reciclar en grandes cantidades.

- **Textiles.**

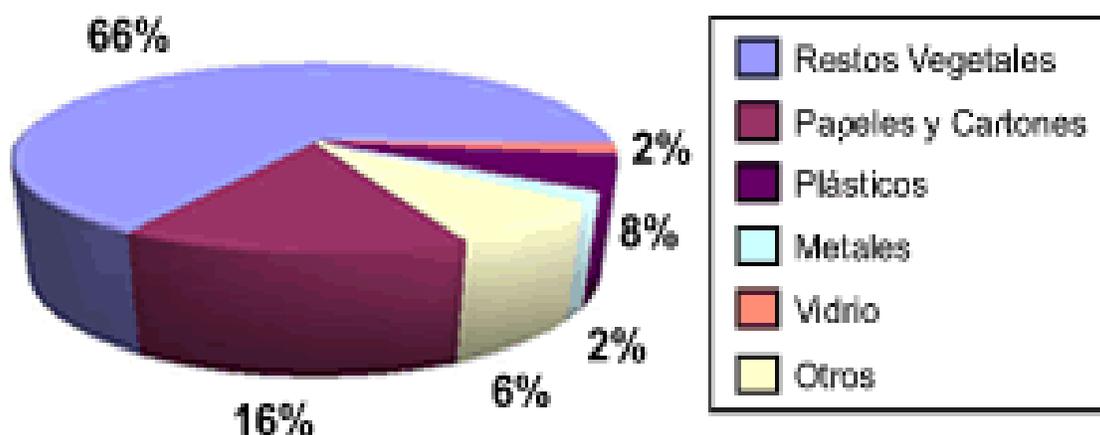
- Cada vez hay menos en nuestras basuras.
- Mejor es donarlas a instituciones benéficas.
- Se pueden incinerar.

- **Metales.**

- En general no predominan en nuestras basuras.
- Se debe potenciar la reutilización de electrodomésticos.
- Hay tendencia a utilizarlos cada vez menos como envases.

- **Pilas y baterías.**

- En peso son una porción despreciable respecto del total pero conforman la parte más contaminante de nuestros residuos.
- Han de depositarse en contenedores especiales para tratarlas químicamente.

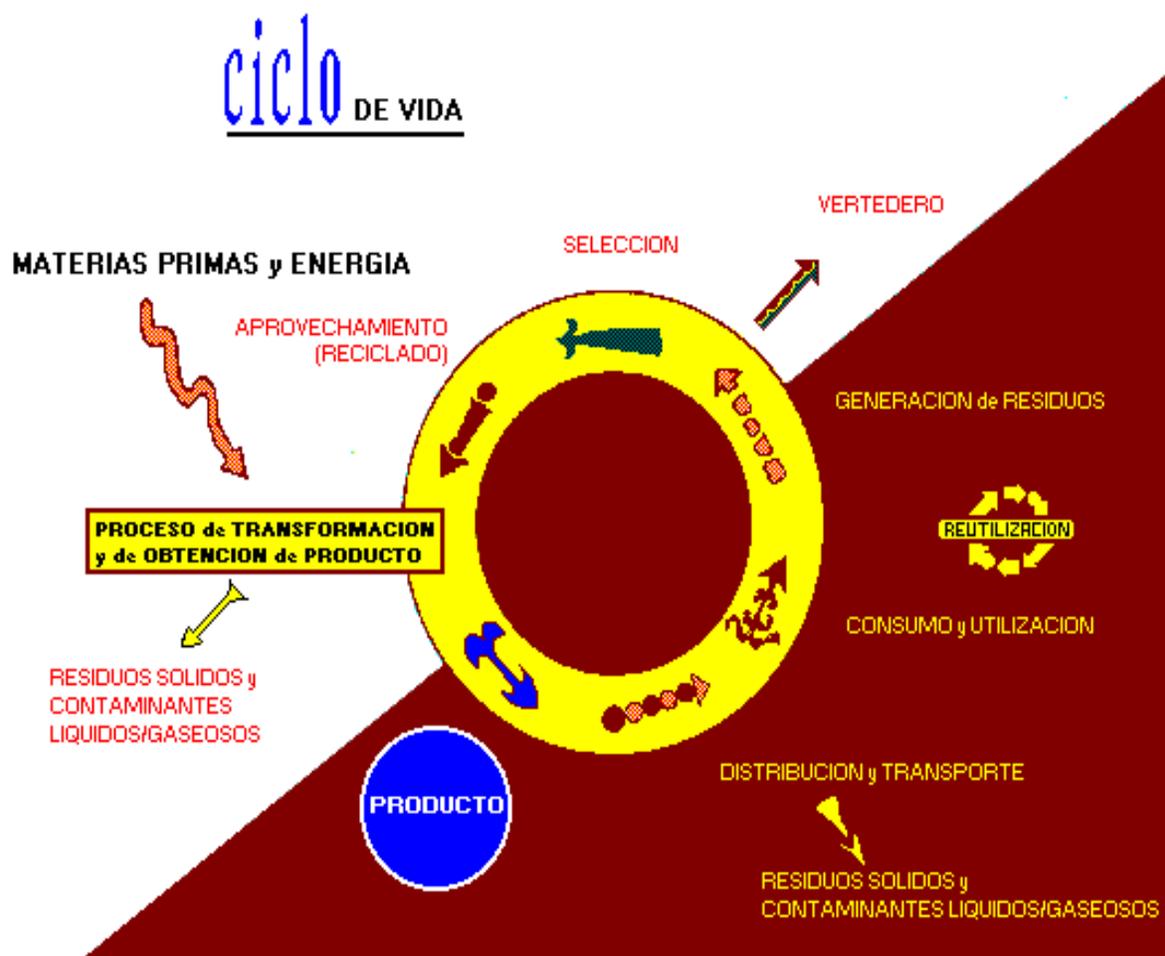


Fuente: [http://www.Medio\\_Ambiente/Calidad\\_de\\_vida/Garbinet/ca\\_defi.htm](http://www.Medio_Ambiente/Calidad_de_vida/Garbinet/ca_defi.htm).

**Figura 1. Estadísticas sobre la composición de los residuos domésticos (promedios mundiales)**

## 2.2 ¿QUE SE HACE CON LOS RESIDUOS?

Para resolver este problema primero tenemos que conocer bien cual es el ciclo en el que circulan los residuos sólidos urbanos, podemos ver de donde vienen y en que se convierten en la Figura 2.



Fuente: [http://www.bizkaia.net/bizkaia/Castellano/Diputacion\\_Foral/Medio\\_Ambiente/Calidad\\_de\\_vida/Garbinet/ca\\_defi.htm](http://www.bizkaia.net/bizkaia/Castellano/Diputacion_Foral/Medio_Ambiente/Calidad_de_vida/Garbinet/ca_defi.htm).

Figura 2. Ciclo de los residuos sólidos urbanos

Actualmente la mayor parte de los residuos acaba en los rellenos sanitarios generando contaminación. Pero esta "basura" se puede aprovechar:

- Con una selección y un posterior reciclado de las materias reciclables.
- Con una incineración de determinados residuos capaces de producir energía.

Veamos por ejemplo qué sucede con la basura en España, potencia mundial en manejo de desechos urbanos. Una vez que la gente se deshace de la basura, ésta sigue caminos muy diversos:

- ◆ ***Vertido controlado (59%):*** Es la manera más barata de eliminar los residuos, pero necesita de la existencia de emplazamientos adecuados. El proceso consiste en enterrar los residuos y prensarlos. Posteriormente se recubrirán de tierra que será cultivada. El terreno elegido debe ser adecuado para que no se produzcan corrimientos de tierra que pudieran devolver al exterior los residuos y no contener aguas subterráneas que se pudieran contaminar.

Por otra parte se debe tener en cuenta la ventilación del vertedero. Si ésta no es óptima, se produciría la acumulación de metano (CH<sub>4</sub>) que podría provocar explosiones; en muchas ocasiones se aprovecha este gas para la producción de energía barata y no contaminante mediante dispositivos de extracción y almacenamiento.

- ◆ ***Vertido incontrolado (25%):*** Se trata de zonas situadas en las afueras de las poblaciones y en las que la gente deposita todo aquello que no necesita.

- ♦ **Reciclado/Compostaje (12%):** Reciclar es la mejor opción para deshacerse de los residuos sólidos urbanos. Es una práctica muy antigua (los utensilios metálicos se fundían y remodelaban en tiempos prehistóricos). A largo plazo consigue evitar el deterioro medioambiental y producir un gran ahorro de materias primas y energía (para fabricar una botella de vidrio reciclado se necesita sólo el 4% de la energía necesaria para crear una nueva). El reciclado requiere una separación previa de los materiales presentes en la basura. Para ello existen en una gran cantidad de poblaciones varios tipos de contenedores de recogida selectiva: azul para el papel; verde para el vidrio, amarillo para plásticos y tetrabriks y negro para las pilas usadas (sólo se reciclan las de botón y las que llevan marcas como "recargable" y "Ni-Ca"). Mediante el compostaje se produce abono a partir de materia orgánica.

- **Materia Orgánica:** La materia orgánica puede ser utilizada bien para producir compost (para enriquecer suelos pobres) o bien para producir energía (eléctrica o biogás). En 1993 en España se produjeron 1.770.061 Tn. de compost y una cantidad de biogás equivalente a 115.829 Mwh.

- **El papel:** España es uno de los países de la Unión Europea que utiliza mayor cantidad de papel reciclado (el 70% de los 250 gr. diarios que cada español consume de papel, es reciclado) aunque en su mayor parte procede de la importación puesto que este país sólo recupera el 37% del papel utilizado. El papel viejo se deposita en unos contenedores de color azul. Posteriormente, será transportado hasta una de las setenta industrias Españolas

que utilizan el papel usado como materia prima. A partir de un kilogramo de papel viejo, se recuperarán setecientos gramos de papel reciclado.

- Los plásticos: Los plásticos se han utilizado desde los años 50 en enormes cantidades, pero sin embargo, se trata del residuo urbano que más tarde ha comenzado a reciclarse. Se reciclan cantidades comprendidas entre el 8% y el 10%, siendo el plástico más reciclado es el polietileno, seguido del PVC (policloruro de vinilo). También se recuperan pequeñas cantidades de polipropileno y poliestireno. Existen 77 plantas de reciclaje, casi todas en Cataluña y en la comunidad Valenciana y 5 plantas de recuperación de energía en Cataluña.

- El vidrio: Es el reciclaje mejor asumido por los ciudadanos españoles. Comenzó a implantarse en 1982. El vidrio viejo se recoge en unos contenedores verdes (hay un contenedor por cada 1352 habitantes); posteriormente se funde en industrias especializadas y con la pasta resultante se fabrican nuevos envases que pueden volver a reciclarse. En 1995 se recicló en España el 68% de los envases de vidrio. En lo que respecta a Córdoba, se reciclaron en 1997 4.810.380 kilos, lo que significa que cada cordobés a reciclado una media de 6,27 kilos de vidrio en un total de 850 contenedores. Por pueblos, la recogida de vidrio ha sido de la siguiente forma:

- Lucena: 34.786 kg.
- Puente Genil: 27.472 kg.
- Priego de Córdoba: 21.732 kg.
- Cabra: 20.707 kg.
- Baena: 20.423 kg.

- Los metales: Los residuos metálicos se clasifican en férricos y no férricos. La parte más importante de los primeros procede del desmantelamiento de vehículos, de los cuales se recupera el 75% de los materiales que los integran. Suele tratarse de materia prima dirigida al mercado de la reutilización o de la industria metalúrgica, para la fabricación de electrodomésticos y materiales de construcción. Por lo que respecta a las chatarras no férricas, destaca el reciclaje de la hojalata con la recuperación del 18% de los envases de este material. El aluminio es reciclado en España en una proporción del 1% de los envases viejos, mientras que la media europea es del 28%, siendo el porcentaje de recuperación en algunos países como Suiza y Suecia del 86%.

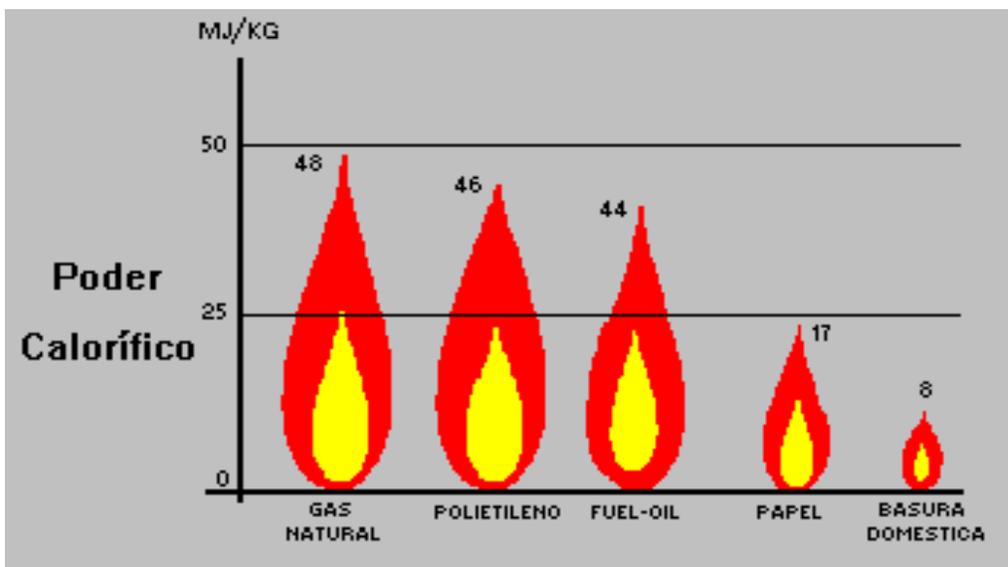
- Pilas: Las pilas, especialmente las de botón, son medioambientalmente hablando, auténticas bombas de relojería. Tres de sus componentes el cadmio (Cd), el mercurio (Hg) y el plomo (Pb), son cancerígenos y de probada facilidad para integrarse en la cadena trófica una vez que se descomponen.

◆ **Incineración:** Con recuperación de energía (3%): En España hay sólo 15 incineradoras con recuperación de energía debido al gran rechazo social que suscita en ese país la quema de desperdicios. Sin recuperación de energía (1 %): Existen 5 plantas incineradoras de este tipo en España.

La incineración genera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de azufre, nitrógeno y otros contaminantes gaseosos responsables del progresivo calentamiento del planeta y del cambio

climático. Según Greenpeace, estos gases pueden producir cáncer y efectos nocivos en los sistemas inmunológicos, endocrino y reproductor.

Las plantas incineradoras que actualmente están en funcionamiento en el País Vasco lo hacen sin recuperación energética y con deficientes sistemas de depuración. ( Tendrán que cerrarse al entrar en vigor la normativa Europea). Pero la incineración de residuos puede ser rentable y producir energía. Se muestra a continuación un cuadro esquemático de cuanta energía produciría la incineración de distintos combustibles (Figura 3).



Fuente: [http://www.bizkaia.net/bizkaia/Castellano/Diputacion\\_Foral/Medio\\_Ambiente/Calidad\\_de\\_vida/Garbinet/ca\\_defi.htm](http://www.bizkaia.net/bizkaia/Castellano/Diputacion_Foral/Medio_Ambiente/Calidad_de_vida/Garbinet/ca_defi.htm).

**Figura 3. Cantidad de energía que se produce por incineración en España**

Teniendo en cuenta la cantidad de residuos plásticos de Polietileno, se esta perdiendo un muy buen combustible.

## 2.3 DATOS ESTADÍSTICOS DE LA COMPOSICIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (R.S.U.) EN DISTINTOS PAÍSES DEL MUNDO

### 2.3.1 Residuos sólidos en México

**Cuadro 2. Generación de residuos sólidos en México (ton/día)**

Tipo de Residuo		Disposición adecuada	Disposición desconocida
Industrial 465.500 (85%)	Peligrosos: 15.500 (3%) No peligrosos: 450,000 (97%)	2.175	13.325
Urbano (15%)	Colectados: 56.522 (70%) No colectados: 24.224 (30%)	Relleno sanitario 13.859	Vertederos a cielo abierto 42.663 (+24.224)
<b>Total</b>	<b>546.446</b>	<b>Necesidades satisfechas 16.034 (3%)</b>	<b>Necesidades no satisfechas 530.412 (97%)</b>

Fuente: Bustani y Mackay, 1995.

#### **Para residuos sólidos urbanos vemos :**

- Del total de R.S.U. que se generan en México más del 80% no se confinan adecuadamente, representando graves problemas como focos de contaminación y propagación de enfermedades.
- Esta situación se agudiza en la zona central del país, en donde, incluyendo a la Ciudad de México, se generan más de la mitad de los R.S.U.

- La legislación en cuanto a los R.S.U. se basa en principios generales, propiciando aplicaciones variables y acciones voluntarias principalmente por parte de las industrias. Así mismo, no contempla mecanismos específicos para promover y guiar actividades relacionadas con separación, minimización, tratamiento y reciclaje de materiales.
- La eficiencia limitada de los servicios de manejo de los R.S.U. en México se asocia con:
  - Falta de reglamentos locales en esta materia.
  - Falta de definición de las estructuras orgánicas que controlen estos servicios.
  - Ausencia de personal capacitado en la problemática local.

**Para residuos sólidos industriales (R.S.I.):**

- En México se generan 465,500 ton/día de R.S.I., de los cuales tan solo el 3% corresponde a residuos peligrosos. El restante 97% corresponde a residuos no peligrosos.
- Sólo el 0.5% se trata adecuadamente, quedando el 99.5% restante dispuesto inadecuadamente en vertederos municipales, al filo de viaductos, drenajes municipales y cuerpos de agua.
- Al igual que la situación de los R.S.U., la problemática de la generación de R.S.I.P. se agudiza por su volumen, encontrándose en las zonas centro y sur del país el 63%.

- Uno de los principales problemas asociados con la falta de actividad en el manejo de R.S.I.P. son los procedimientos de autorización, principalmente, los tiempos de respuesta por parte de las autoridades.

### 2.3.2 Residuos sólidos en el Perú

**Cuadro 3. Generación per capita y generación total de residuos sólidos domésticos en ciudades seleccionadas del Perú**

Ciudad	Población (1993) <sup>(1)</sup>	Generación <sup>(2)</sup>	Generación Total (1993) <sup>(3)</sup>	
		(kg/hab/día)	(ton/día)	(ton/año)
Lima Metrop.	6 722 213	0,55	3 694	1 348 310
Arequipa	619 156	0,35	217	79 097
Trujillo	509 312	0,32	163	59 495
Tacna	174 336	0,45	78	286 347
Huancayo	258 209	0,24	62	22 619
Chiclayo	411 536	0,55	226	82 616
Piura	277 964	0,61	170	61 889
Iquitos	274 759	0,30	82	30 086
Cajamarca	92 447	0,37	34	12 485
Puno	91 877	0,70	64	23 475
Chimbote	268 979	0,70	188	68 724
Cuzco	255 568	0,70	179	65 298
Pucallpa	172 286	1,00	172	62 884
Gran total	10 611 753	0,53	5 624	2 052 760

Fuente: (1) Censos nacionales 1993 - IX de Población, IV de Vivienda - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

(2) Estudio Sectorial de Residuos Sólidos del Perú. I Etapa. Ing. Marcela Muñoz Quiroa. Junio de 1989. Dirección Técnica de Salud Ambiental DITESA, Ministerio de Salud. OPS/OMS.

(3) Calculado con base en: Censos nacionales 1993 - IX de Población, IV de Vivienda - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Perú es uno de los países de Latinoamérica que más estudios a realizado sobre la generación y composición de sus residuos, el problema es que no han usado adecuadamente la información para proponer planes de manejo y mucho menos de mitigación de los impactos producidos por los mismos.

**Cuadro 4. Composición física de residuos sólidos en algunas ciudades del Perú (%)**

Composición	Lima Metrop. <sup>(1)</sup> 1995	Chiclayo <sup>(2)</sup> 1981	Iquitos <sup>(3)</sup> 1979	Cuzco <sup>(4)</sup> 1986	Arequipa <sup>(5)</sup> 1988	Tacna <sup>(6)</sup> 1989	Chimbote 1984
Papel/ Cartón	23,10	16,76	15,67	10,00	45,00	7,00	20,50
Madera/ Follaje	3,30	9,27	8,00	---	---	---	12,20
Plástico/ Caucho/ Cuero	8,90	3,51	---	2,00	8,50	---	8,50
Metales y latas	6,40	2,40	5,67	6,00	7,80	2,00	6,00
Vidrios	2,80	1,40	0,83	5,00	4,00	1,00	4,60
Trapos	2,20	2,53	---	3,00	5,20	---	6,50
Materia orgánica	42,40	23,12	56,00	13,00	0,7	89,00	25,30
Tierra y Otros	10,90	41,01	13,83	61,00 <sup>(c)</sup>	28,3	1,0	16,40
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: (1) Anuario Estadístico PERÚ '96 en números. CUANTO S.A.

(2) Navarro Palma, Augusto. Estudios de Evaluación y Optimización de los Servicios de Aseo Urbano de las Ciudades de Chiclayo, Trujillo e Ica. Segundo Informe Parcial. Ministerio de Salud. 1981.

(3) CORDELORETO. Dirección Regional de Salud. IQUITOS. Estudio de Aseo Urbano. 1979.

(4) Ministerio de Salud. Estudio de Aseo Urbano de la Ciudad del Cuzco. Concejo Provincial del Cuzco. 1986.

(5) Ministerio de Salud. Estudio de Aseo Urbano de la Ciudad de Arequipa. Concejo Provincial de Arequipa. 1988.

(6) Ministerio de Salud. Estudio de Aseo Urbano - Tacna. Consejo Provincial de Tacna. 1989.

### 2.3.3 Residuos sólidos en Chile

Chile es uno de los países de Latinoamérica que mas estudios ha realizado en cuanto a sus residuos, especialmente en las ciudades de Viña del Mar y Valparaíso. Como ejemplo podemos ver el siguiente cuadro, el cual es bastante representativo ya que enseña los componentes de R.S.U. por estratificación socioeconómica:

**Cuadro 5. Composición media de los R.S.U. de la ciudad de Viña del Mar – Chile, por estrato socioeconómico (1.995)**

Estrato	Componentes de los residuos sólidos urbanos (%)									
	Materia Orgánica	Gomas y cueros	Cartón y papel	plástico	Textil	Madera	Metal	Vidrio	Tierra y ceniza	Otros
Bajo	69,76	0,2	10,79	3,27	5,55	2,81	0,54	1,00	2,21	4,09
Medio	62,80	0,8	12,94	3,05	6,81	1,64	1,36	2,14	6,78	2,47
Alto	54,93	0,5	20,02	5,55	6,81	2,01	0,52	1,85	3,89	0,49

FUENTE: Universidad Católica de Valparaíso, proyecto BID/MIDEPLAN, Chile (1995).

Las razones producción / eliminación de residuos disponibles en América Latina no son necesariamente aplicables a todos los países de la región. Sin embargo, algunas razones pueden servir como elementos descriptivo - analíticos.

### 2.3.4 Datos estadísticos de la gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina

#### 1. Características de los residuos de origen domestico:

- Producción: 0,8 – 1,5 kg. Capita/día.
- Contenido de humedad: de 35 a 60 %.
- Poder calorífico inferior: entre 600 y 2.400 kcal/kg
- Generación de residuos voluminosos: de 6 a 8 kg/capita/año.

## **2. Recogida de residuos de origen domestico:**

- Un camión recolector de 12 a 16 m<sup>3</sup> de capacidad puede servir para unos 10.000 habitantes como promedio.
- Kilometraje anual de un camión recolector en una zona urbana: 30.000 km.

## **3. Estación de transferencia de R.S.U.:**

- Distancia mínima de transporte: 15 km entre el centro de gravedad de la recogida y la disposición final o planta de tratamiento.

## **4. Disposición final: densidad de los residuos in-situ.**

- Vertido controlado: de 0,6 a 0,8
- Vertido compactado: de 0,7 a 1
- Posterior a la trituración y fermentación: 1

## **5. Trituración y compostaje:**

- Trituradora:  
Potencia mínima: 100 kw.  
Caudal: hasta 50 ton/hora.
- Temperatura de fermentación:  
Superior a 60 °C durante 5 días, como mínimo.

## **6. Incineración:**

- Contenido de polvo de los gases:  
De 75 a 600 mg según la capacidad de la planta.
- Temperatura de los gases durante el proceso:  
Superior a 750 °C durante mas de 2 s.
- Contenido de monóxido de carbono:  
Inferior a 0,1 %.
- Contenido en elementos no quemados de las escorias:  
Inferior a 6 %.

## **7. Recuperación o reciclaje:**

- Recogida selectiva:  
Cantidades recuperadas:  
Papel: 1 kg/capita/mes  
Vidrio: 0,8 kg/capita/mes
- Compost:  
Producción: equivalente al 50% del peso de los residuos, aproximadamente.

En nuestro país son muy pocos los datos que se tienen sobre el manejo de los residuos rurales, destacándose algunos pueblos de Cundinamarca y Quindío, donde se han desarrollado buenos planes para el manejo de residuos y se posee información interesante.

En el departamento del Cauca este tipo de información es realmente escasa, aunque se tienen datos del municipio de Popayán, el cual arroja al relleno sanitario aproximadamente un volumen de 120 ton/diarias de desechos, de las cuales de 40 a 60 ton provienen de las galerías. Los usuarios residenciales son alrededor de 38.557 y los no residenciales de 2.681 (Información suministrada por la Oficina de Parques y Aseo del municipio).

### 2.3.5 Residuos sólidos en distintos países del mundo

**Cuadro 6. Composición de residuos domésticos en distintos países del mundo (proporción del peso total)**

<b>País</b>	<b>Año</b>	<b>Metal</b>	<b>Papel</b>	<b>Vidrio</b>	<b>Residuos orgánicos</b>	<b>Plásticos</b>	<b>Otros</b>
Holanda	1988	0.032	0.222	0.119	0.500	0.062	0.065
Nigeria	1990	0.050	0.170	0.020	0.430	0.040	0.29
Suecia	1987	0.070	0.500	0.080	0.150	0.080	0.12
Estados unidos	1983	0.092	0.427	0.103	0.146	0.017	0.215
Austria	1992	0.049	0.403	0.081	0.224	0.090	0.153
<b>Colombia</b>	<b>1989</b>	<b>0.010</b>	<b>0.220</b>	<b>0.020</b>	<b>0.560</b>	<b>0.050</b>	<b>0.14</b>
Dinamarca	1988	0.041	0.329	0.061	0.440	0.068	0.061
Inglaterra	1985	0.090	0.280	0.080	0.200	0.067	0.28
Francia	1992	0.032	0.490	0.094	0.163	0.084	0.137
India	1980	0.030	0.20	0.060	0.800	0.040	0.05
Italia (Roma)	1980	0.025	0.250	0.013	0.500	0.060	0.152
Japón (Tokio)	1988	0.012	0.436	0.010	0.340	0.056	0.146

Fuente: Bustani y Mackay, 1995.

## **2.4 TENDENCIAS DEL MANEJO DE R.S.U.**

En un principio en los años 60 y 70 era comúnmente aceptada la validez de los vertederos controlados como solución para deshacernos de los residuos. Sin embargo, a finales de los 70 y los 80 se cuestionó la eficacia de estos métodos dada la dificultad de encontrar terrenos propicios y el alto costo que suponía hacer intensivo el control de los vertidos.

Las soluciones propuestas actualmente para mitigar el problema de los residuos sólidos urbanos pasan por la reducción, recogida selectiva de residuos, reutilización, reciclaje, revalorización energética y vertido final (minimizándolo al máximo).

En la actualidad se procede a la recogida selectiva en origen de papel, vidrio, envases y pilas, llegando incluso algunos países a recoger también materia orgánica; sin embargo el reciclado máximo apenas llega al 20%. La alternativa complementaria al reciclado es la combustión con aprovechamiento energético que, pese a sacarle más rentabilidad a la basura, tiene el inconveniente de que exige una reestructuración de los vertederos. En el Cuadro 7 se presentan las tendencias mundiales del tratamiento y disposición final de los R.S.U.

Por otro lado en varios países de Latinoamérica, encabezando la lista Guatemala, en 1996 se realizaron investigaciones sobre la conveniencia o no de delegar el manejo de los residuos sólidos urbanos a entes privados o a pequeñas microempresas y cooperativas municipales, llegando a la conclusión que definitivamente las pequeñas microempresas y

cooperativas ofrecían un mejor servicio, ya que mas que el interés monetario buscan beneficios para su comunidad y sobre todo con menor inversión.

**Cuadro 7. Tendencias mundiales del tratamiento y disposición final de los R.S.U.**

<b>Tratamiento o disposición final (año 1999)</b>			
<b>País o región</b>	<b>Relleno sanitario</b>	<b>Combustión</b>	<b>Compost</b>
Estados Unidos	80 %	19 %	< 1 %
Japón	30 %	70 %	2 %
Alemania	70 %	30 %	3 %
Francia	55 %	40 %	9 %
Suiza	20	80 %	-
Suecia	40 %	55 %	5 %
España	80 %	15 %	5 %
América Latina	98 %	< 1 %	< 1 %

Fuente: OPS/OMS (OFICINA PANAMERICANA DE LA SALUD/ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD) Francisco Zepeda, curso internacional Lima (1995).

Algunas de las conclusiones a que se llegaron con los estudios realizados en 1996 en Guatemala fueron:

1. Estas empresas habían generado, en los países estudiados, 3.000 puestos de trabajo en las actividades de recolección y transporte de los desechos, mientras que en las actividades de recuperación superaban las 200.000 personas. Solo el caso de 3 entidades privadas brasileñas estudiadas supera la cifra de 50.000 beneficiarios.
2. Las microempresas, pequeñas empresas y cooperativas de gestión de residuos sólidos aportan significativamente, al desarrollo de los países en los que operan. Su aporte se ubica en dos niveles: en la gestión ambiental y en la generación de empleo.

3. Estas empresas brindan servicios a vastos sectores de la población principalmente pobre, reduciendo los riesgos ambientales generados por la inexistente o deficiente atención de los servicios de limpieza pública a cargo de los municipios; y la oferta de una nueva gestión de los residuos sólidos.
4. Deben destacarse dos ámbitos en los que su contribución es muy valiosa: (a) la descentralización de servicios públicos; y (b) la forma de organización empresarial centrada en el interés de sus miembros por el trabajo, en vez del interés por el capital o la acumulación. (<http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/trabajos/rsu2/ciclo.htm>)

## **2.5 ASPECTOS PRACTICOS DE MANEJO DE DESECHOS MEDIANTE COMPOSTAJE**

Con el incremento en la producción agropecuaria el problema de los residuos que esta genera es cada vez más dramático: Mientras de un lado los suelos pierden los niveles de materia orgánica y con ella la estructura, la vida del suelo y su equilibrio. De otro lado, la gran cantidad de material vegetal residuo de podas y cosechas es en muchos casos un problema ambiental y de manejo.

La industria de las flores, es quizás una de las mas afectadas por esta problemática. Hasta dos m<sup>3</sup> de desechos por hectárea por día se generan en ella. También lo son el café, la producción pecuaria, etc. Para su manejo muchas veces no hay mucho espacio disponible y la mano de obra es abundante y costosa; los programas de lombricompost, han dado excelentes resultados por la calidad de los prehúmicos obtenidos pero los volúmenes de

material tratado no son significativos con relación a la cantidad de los que se generan. Muchos de estos residuos son quemados a un gran costo de mano de obra, combustibles y perjuicio al medio ambiente. Otra práctica es la alimentación animal con los desechos de flores, lo cual preocupa a las autoridades sanitarias y ambientales, por la acumulación de residuos de pesticidas en la leche y la carne, toda vez que estos residuos no han sido tratados y permanecen en ellos sustancias químicas provenientes de las aplicaciones de estos productos.

En muchas fincas se han adelantado también programas de compostaje, con buenos resultados pero con desmotivación de empresarios, técnicos y administradores por el alto consumo de mano de obra, la cantidad de volteos que se realizan y el tiempo que tarda.

El conocimiento de los procesos que intervienen en la transformación microbiológica - aeróbica de la materia orgánica (compostaje) y la utilización de tecnologías y productos que aceleren y faciliten estas transformaciones hacen más fácil y práctico el manejo de los residuos orgánicos.

El proceso de compostaje está basado en la capacidad de los microorganismos benéficos de transformar, en el desarrollo de sus actividades vitales, la materia orgánica en descomposición. Existen dos modelos de compostaje:

- **COMPOSTAJE MEDIANTE FERMENTACIÓN LIBRE.**

- **COMPOSTAJE MEDIANTE FERMENTACION DIRIGIDA Y CONTROLADA**, en el que se aceleran los procesos con la inoculación de microorganismos y/o la aplicación de sustancias especiales.

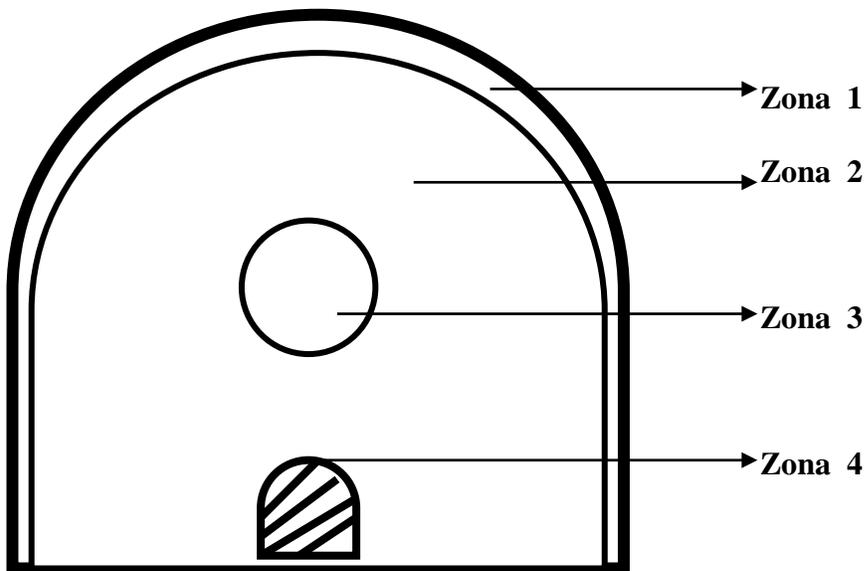
Esta transformación en ambos casos implica la disminución de la relación Carbono (C) /Nitrógeno (N), llegando a 14/16, el aumento en la capacidad de intercambio catiónico, el incremento en la disponibilidad de nutrientes en general y la apreciable “caramelización” de material, el incremento en las concentraciones de ácidos húmicos y fúlvicos haciendo que el producto final obtenido pueda ser reciclado en la fertilización, devolviendo a suelo los niveles de materia orgánica, y por ende mejorando su estructura, fertilidad, pH, etc.

Los materiales necesarios son pocos y se reducen a palas, trinchos y agua; pueden utilizarse formaletas para la construcción de las pilas y picadoras con el fin de reducir el tamaño de las partículas y así facilitar la acción de los microorganismos.

### **2.5.1 Etapas del compostaje**

- **Acondicionamiento.** El material es picado (en lo posible) y humectado, con el fin de irlo homogeneizando pues viene muy heterogéneo y de facilitar la iniciación de la acción de microorganismos. La temperatura comienza a subir.
- **Establecimiento.** Se montan pilas de 1.80 x 1.80, y comienza la diferenciación de zonas (ver Figura 4) al interior de la pila, donde en razón de la temperatura y la

disponibilidad de oxígeno se pueden distinguir cuatro tipos diferentes de procesos y actividad microbial:



Fuente: Elaboración propia.

#### **Figura 4. Zonas del compostaje libre**

**ZONA 1.** Es una "concha" fría y seca, en ella la acción del viento mantiene deshidratado el material y la actividad microbial es mínima, presentándose pocas transformaciones, aquí hay buena disponibilidad de oxígeno pero la limitante es la temperatura, la cual oscila de temperatura ambiente a unos 42° C.

**ZONA 2.** Es el área de mayor actividad aeróbica en la transformación de los materiales en compostaje, es la zona ideal en los procesos de transformación de la materia orgánica y donde mayor cantidad de reacciones bioquímicas están ocurriendo. En esta "sección" las

temperaturas pueden fluctuar entre los 42 y los 70 - 75 grados centígrados. En ella se desarrollan colonias de bacterias trefilas y actinomicetos.

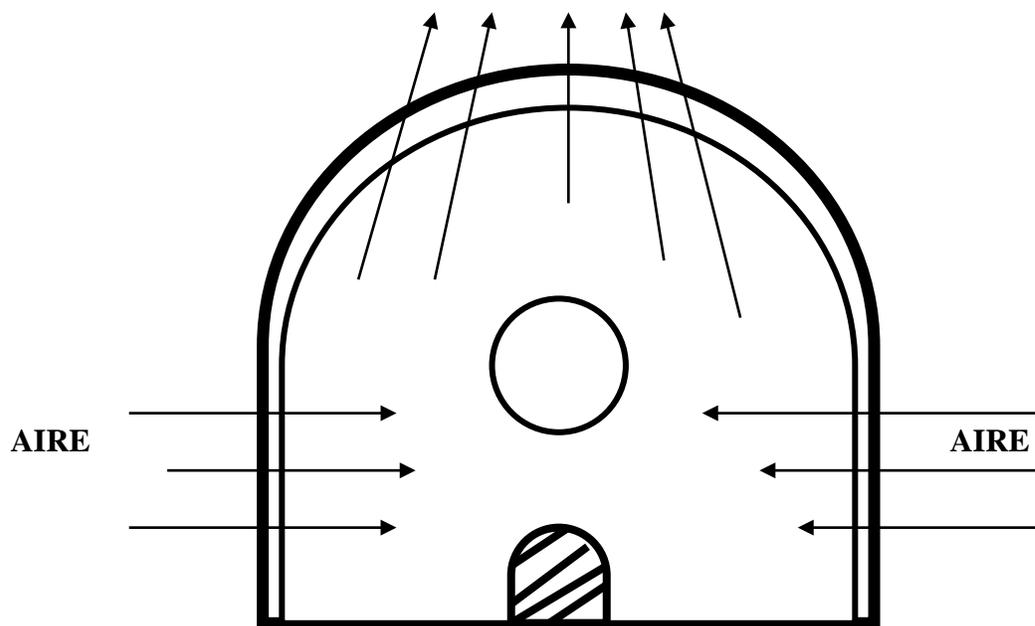
**ZONA 3.** También conocida como centro caliente, en ella las temperaturas son superiores a los 70 grados centígrados y la disponibilidad de agua es menor por la evaporación que allí se da, estos dos factores hacen que en esta zona la actividad microbiana sea mínima, siendo limitante las altas temperaturas que dificultan los procesos microbianos.

**ZONA 4.** Es la zona central en contacto con el suelo, se caracteriza por la poca disponibilidad de oxígeno en ella. Las temperaturas son bajas y se manifiesta mal olor, lo mismo el color del material se torna verdoso, hay liberación de metano.

En la etapa de establecimiento la temperatura sube y comienza a presentarse una sucesión ecológica. Inicialmente son bacterias de tipo mesófilo, quienes atacan los carbohidratos de bajo peso molecular y demás nutrientes fácilmente asimilables, estas mueren por inanición y por efecto del incremento en la temperatura. Luego son seguidas por bacterias termófilas y por actinomicetos y hongos benéficos. Los géneros que se destacan son Nitrosomonas, Nitrobacter, Rhizobium, Penicillium, Pseudomonas, Aspergillus, Streptomyces, Gliocladium, Trichoderma y Clostridium, entre otras.

En esta etapa hay una gran liberación de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), vapor de agua, metano ( $\text{CH}_4$ ) y otros metabolitos, productos de la acción microbiana y su metabolismo. En ella el "EFECTO CHIMENEA" ( ver Figura 5) juega un importante papel en el suministro de aire fresco al

interior de la pila, el aire entra por los lados de ésta, calentándose y saliendo por arriba, transportando en esta acción metano ( $\text{CH}_4$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), vapor de agua, etc. De no ser por este efecto, las condiciones anaeróbicas predominarían en el interior de la pila, es por esta razón que las pilas no se deben tapar con plásticos en los primeros días.



Fuente: Elaboración propia.

### **Figura 5. Efecto chimenea en pila de compost**

En la etapa de establecimiento es necesario reponer mediante riego la humedad perdida sobre todo en la zona 1. Se deben hacer varios volteos (3 a 5) cada 10 o 15 días, con el fin de mejorar el suministro de oxígeno y de homogeneizar el material, normalmente al inicio de esta etapa se adicionan fuentes nitrogenadas tales como urea o fuentes orgánicas como malta, harina de sangre etc., esto para ayudar en el ajuste de la relación CARBONO: NITROGENO, la cual es muy alta (25 - 30) y que deberá ser baja (15) en los materiales compostados (prehúmicos), también pueden agregarse fuentes de Fósforo, Potasio y demás

elementos, previo análisis de composición, con el fin de formular las cantidades ideales a adicionar.

- **Maduración.** Una vez que el grado de humificación es alto, la caramelización de material lo hace ver casi negro, no hay alta temperatura no hay presencia de malos olores ni moscas, es por que el Compost debe estar listo, un análisis de carbono y nitrógeno y el cálculo de la relación C/N, nos lo pueden confirmar en caso de dudas.

En muchos casos el resultado final presenta alta humedad lo que encarece y dificulta el transporte, se recomienda dejarlo secar y así también incrementamos el contenido de materia seca.

## **2.6 FICHA TECNICA DE LOS INSUMOS AGRICOLAS UTILIZADOS A LO LARGO DEL ESTUDIO**

- 2.6.1 Biomax.** Este producto ha sido obtenido desde la selección de cepas microbiales benéficas, durante muchos años. Luego a estas cepas se les determinaron las condiciones optimas para su desarrollo, llegando a un sistema de fermentación sucesiva que permite la obtención de sustancias bioquímicas (metabolitos) necesarias para la transformación de la materia orgánica y estimulantes de la actividad microbial propia de la humificación de estas materias.

El rompimiento de los residuos orgánicos toma tiempo y demanda nitrógeno (N) y otros nutrientes, **BIOMAX** incrementa el número y la actividad de microorganismos benéficos,

tales como descomponedores de celulosa, fijadores de nitrógeno, solubilizados de fósforo, etc. Además ayuda, mediante la acción enzimática, al rompimiento de las largas cadenas de carbohidratos que demoran y dificultan el proceso. Todo esto hace que el nitrógeno, fosfatos y demás nutrientes sean más disponibles para las plantas y en forma más rápida.

**BIOMAX** está diseñado además para suministrar nitrógeno que ayude a ajustar la relación C/N que normalmente es muy alta para una buena biodisponibilidad.

La composición del producto es:

* Complejos vitamínicos: 1,2 %	* Complejos proteínicos: 1,55 %
* Complejos enzimáticos: 1,0 %	* Azufre: 9,0 %
* Hierro: 2,5 %	* Cobre: 1,0 %
* Manganeso: 0,4 %	* Zinc: 2,0 %

Una vez que la materia orgánica ha sido descompuesta, los microorganismos mueren, dejando los nutrientes en una forma que está lista para la absorción de las plantas, pero ambientalmente estable y sin pérdidas.

La dosis es de 100 cm<sup>3</sup> por tonelada de desechos, aplicándolo en fumigación o en inmersión. esto es mas o menos una dosis de 50 cm<sup>3</sup> por bomba de 20 L, procurando el mayor contacto de la mezcla con el material tratado.

Cuando no se dispone de picadora, el uso de **BIOMAX** facilita el proceso en ésta condición adversa. Aquí la dosis debe ser mayor (150 – 200 cm<sup>3</sup>/ton)

**BIOMAX** puede ser utilizado en incorporación directa de residuos al suelo, a una dosis de 1.5 litros por hectárea y puede ser mezclado con herbicidas e insecticidas.

En el proceso de fermentación dirigida y controlado por **BIOMAX**, hay una rápida reducción del volumen, disminución significativa de moscas y malos olores, se manifiesta una rápida transformación del material, reduciéndose el tiempo de compostaje a la mitad o menos y con solo un volteo, que se hace para disminuir las pérdidas por anaerobiosis, o que puede no hacerse. El resultado final es un *pre-húmico* sin olores ni moscas, de color negro, de alta capacidad de intercambio catiónico; pH neutro y buen contenido de nutrientes.

**2.6.2 Bioagent 21.** Es una mezcla balanceada de bacterias benéficas reguladoras de la actividad del suelo. Microorganismos biofertilizantes.

Contenido:

- Azotobacter chroococcum.
- Pseudomona fluorescens.
- Azospirillum lipoferum.
- Bacillus subtilis.

Concentración garantizada mínimo 1 x 10<sup>8</sup> esporas por centímetro cubico de producto comercial. El Bacillus subtilis aporta gran cantidad de cristales al producto.

**BIOAGENT 21** participa activamente en la nutrición de la planta, gracias a la bio-solubilización de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores, contenidos en la fracción coloidal del suelo.

**BIOAGENT 21** participa en los ciclos bio-geoquímicos dinamizando los procesos de mineralización y absorción de nutrientes. El mantenimiento de una adecuada micro fauna en el suelo, lo protege de la colonización de enfermedades como: Fusarium, Phytium, Alternaria y Rizhoptonia, entre otras.

DOSIS: Aplique de 500 cm<sup>3</sup> a un L de **BIOAGENT 21** por hectárea de cultivo. En cultivos intensivos bajo invernadero y suelos pobres utilice dos L por hectárea.

**2.6.3 Mig 21.** Contiene Metarhizium anisopliae mas un activador energético de alto rendimiento, garantizando una rápida infección en diferentes estados de desarrollo de insectos plaga, sin deteriorar el medio ambiente, ya que es un producto natural. No se conocen efectos nocivos en aves, peces, insectos benéficos, animales mamíferos y el hombre. Se recomienda mantenerlo refrigerado a temperaturas entre 2 – 9°C.

Es importante advertir que no debe aplicarse en mezcla con productos de pH alcalino y/o fungicidas.

**MIG 21** es un insecticida biológico (polvo mojable) que contiene por lo menos 2.000 millones ( $2.0 \times 10^9$ ) de conídias viables por gramo de producto comercial. Esta catalogado como producto Categoría toxicológica IV (Moderadamente tóxico).

Realice una premezcla en agua y aceite mineral carrier en un recipiente de dos L y dos horas después viértalo en una caneca de 55 galones con agua. Preparada la mezcla en agua, el activador energético entra en contacto con las conídias del hongo activándolo y permitiendo una rápida acción sobre el insecto. Las esporas germinan sobre la superficie del insecto, penetrando la epidermis, inician la reproducción en el tracto digestivo y la hemolinfa produciendo una disminución en la actividad alimenticia a las pocas horas de haberse iniciado la infección.

Entre 7 y 10 días la larva muere y se momifica, al corto tiempo el hongo se manifiesta convirtiéndose en un inóculo permanente de esporas. Los insecticidas biológicos son de acción lenta y se deben establecer en el campo en forma preventiva cuando las poblaciones de la plaga aun sean bajas.

**MIG 21**, debe aplicarse al observar las primeras etapas de desarrollo de la plaga.

**2.6.4 Preferal 21.** Es un nematodocida e insecticida biológico con base en el hongo entomopatógeno *Phaecilomyces fumosorroseus*, utilizado para el control fitosanitario en cultivos de: flores, hortalizas, pastos, plantas aromáticas, etc., como controlador de nemátodos (*Meloidogyne sp* *Pratylenchus sp.*), trips (*Frankinella occidentalis*), mosca

blanca (*Thialearodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), chinche de los pastos (*Collaria sp.*), entre otros.

**PREFERAL 21**, se comercializa como polvo mojable. Contiene esporas en cantidad superior a  $2 \times 10^9$  conídias por gramo de producto comercial, puede ser almacenado durante 10 meses a temperatura promedio de 18 a 22°C y para mayor durabilidad debe mantenerse refrigerado entre 2 a 9°C.

**PREFERAL 21**, se debe incorporar al momento de preparación del terreno o de las camas de propagación con la finalidad de establecer colonias de *Phaecilomyces fumosorroseus*, capaces de controlar efectivamente la población de nemátodos.

Las esporas del producto infectan nemátodos e insectos a través de su cutícula externa o la boca, actuando principalmente por contacto.

Si se ha efectuado desinfección química, se debe esperar mínimo 15 días después de la misma para aplicar el producto. No se conocen efectos nocivos en aves, peces, insectos benéficos, animales mamíferos y el hombre.

#### **RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN DE *PREFERAL 21*:**

\* Efectúe las aplicaciones de ***PREFERAL 21*** en horas frescas, preferiblemente en la tarde.

\* **PREFERAL 21**, puede aplicarse en diferentes estados de desarrollo del insecto plaga, garantizando buenos resultados si usa la dosis apropiada. Su mayor eficiencia se da en organismos en sus primeros estados de desarrollo.

\* Durante la aplicación trate de asperjar la cobertura total de la cama de propagación, para garantizar el contacto del producto con nemátodos e insectos.

\* **PREFERAL 21**, debe usarse en forma preventiva, cuando las poblaciones de la plaga aún sean bajas y preferiblemente buscando control en los primeros instares de la plaga, realice siempre un adecuado monitoreo de la sanidad del cultivo.

\* Los intervalos de aplicación de **PREFERAL 21**, puede realizarse preventivamente cada 15 días o de acuerdo con los niveles de infestación dependiendo del correcto monitoreo que se ejerza al cultivo.

\* **PREFERAL 21**, es compatible con insecticidas químicos, preferiblemente, usarlo con inhibidores de síntesis de quitina o piretroides. Cuando se mezcle **PREFERAL 21** con otros productos, adicione éstos cuando **PREFERAL 21** se encuentre en suspensión.

**2.6.5 Trik 21.** Es un fungicida biológico que contiene como ingrediente activo esporas de hongo *Trichoderma harzianum*, microorganismo con capacidad para producir metabolitos con actividad biocida.

El potencial de **TRIK 21** para actuar como fuente compuestos antifúngicos hace que el producto sea ideal para la desinfección de bancos de propagación o para la utilización previa al establecimiento de cultivos ya que su acción está dirigida principalmente a programas de control preventivo de enfermedades del suelo y al control de hormiga arriera.

La concentración de  $2 \times 10^9$  conídias por gramo de producto comercial, garantizando la efectividad de **TRIK 21** como agente inhibidor del desarrollo de enfermedades como *Fusarium oxisporum*, *Phitium*, *Alternaria*, *Rizoctonia*, *Sclerotinia sclerotium* y *Attamyces bromatificus* (Hongo simbiote de la hormiga arriera); enfermedades comunes en los cultivos de: Tomate, papa, flores, hortalizas, entre otros, trabajando por competencia, antibiosis y parasitismo.

**TRIK 21**, se debe incorporar al momento de preparar el terreno a fin de establecer colonias de *Trichoderma harzianum* capaces de competir con hongos patógenos del suelo por espacio y nutrientes evitando así su crecimiento. Para la erradicación de hormiga arriera se aplica en forma de cebo en una relación de 1:5 (salvado + jugo de naranja), colocándose a unos 15 cm de las entradas al nido.

#### **DOSIS Y FORMA DE EMPLEO:**

Una vez preparado el terreno y se hayan realizado las enmiendas agrícolas se fumiga con **TRIK 21**, teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

- \* Utilice de 400 a 600 g del producto comercial por hectárea de cultivo.
  
- \* Es importante hacer premezcla del producto con agua unas horas antes de la aplicación, diluya 400 g de producto en cuatro L de agua. Haga la aplicación en horas frescas con alto volumen de agua (por encima de 400 L por hectárea) aplíquelo en fumigación o drench al suelo.
  
- \* Reaplique a los 30 días la misma dosis en la misma forma. En bancos de enraizamiento utilice 5 gramos de producto por metro cuadrado cada 30 días.
  
- **TRIK 21**, se puede aplicar con otros productos biológicos. No es compatible con fungicidas químicos; pero si se aplica fungicida químico antes de la siembra fumigue con **TRIK 21** a los 10 días.
  
- **TRIK 21**, no debe aplicarse con herbicidas ni con productos fuertemente alcalinos.

#### **PRECAUCIONES:**

- **TRIK 21**, es un producto inocuo; sin embargo no fume, beba o consuma alimentos mientras mezcla, maneja o usa el producto.
  
- Después de usar el contenido de **TRIK 21**, destruya los envases, no los conserve para otros usos.

### 3. ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el perímetro urbano del municipio de Popayán, con el fin de analizar como se están llevando a cabo las labores de recolección y manejo de los residuos sólidos municipales, especialmente los de tipo residencial, sin dejar a un lado los provenientes de las galerías, las cuales se encuentran ubicadas a lo largo y ancho del municipio.

Por la ubicación estratégica y trascendencia en el municipio de Popayán, los 14 puntos que se evaluaron fueron:

- Galerías ubicadas en los barrios Bolívar, La Esmeralda, Alfonso López, Las Palmas y Bello Horizonte.
- Relleno Sanitario.
- Hospital Universitario San José.
- Barrio Campamento y urbanización Villa Mercedes por los estratos altos.
- Barrio Valencia y barrio Palacé por los estratos medios.
- Barrio los Sauces y barrio Avelino Ull por los estratos bajos.
- Río Molino en su paso por el municipio de Popayán

Popayán, capital del departamento del Cauca, fue fundada en 1.537 por Sebastián de Belalcázar en el sitio que ocupaba el pueblo indígena de Puben y, por encontrarse en el camino entre Cartagena, al norte y Quito y Lima, al sur, desempeñó un papel primordial en épocas de la Colonia. El 15 de agosto de 1.537 se estableció el cabildo y en 1.547 se erigió como sede episcopal. Durante la época colonial fue la segunda ciudad en importancia administrativa después de Santafé de Bogotá. (*Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98* © 1.993-1.997 Microsoft Corporation)

Como resultado, Popayán es una de las ciudades más tradicionales de Colombia y una de sus principales joyas arquitectónicas. Aunque gran parte de sus edificaciones coloniales fueron destruidas por un terremoto en 1.983, ya han sido reconstruidas en su mayor parte. El territorio es montañoso y forma parte de las cordilleras Central y Occidental, pero también existen sectores llanos u ondulados en las márgenes del río Cauca.

Entre los lugares de interés la Capilla de Belén, en un promontorio con una buena vista panorámica de la ciudad, la Ermita, los templos de San Francisco, del Carmen, de la Encarnación, de San José y de Santo Domingo, y el convento y la iglesia de San Agustín. El museo de arte religioso guarda objetos coloniales de gran valor. Así mismo, pueden visitarse la Casa Caldas, el Museo Martínez, la Casa Valencia, la Casa Negret y la Universidad del Cauca. Otros lugares de interés son el Puente del Humilladero, la Torre del Reloj, el Morro de Tulcán y el Hotel Monasterio, que funciona en lo que fue el antiguo monasterio franciscano. (<http://www.uniandes.edu.co/Colombia/Turismo/regiones/popayan.html>)

### 3.1 INFORMACION UTIL

- **Altura:** 1.760 msnm
  
- **Temperatura promedio:** 19° C
  
- **Precipitación anual:** 2.000 mm
  
- **Humedad relativa :** 80 %
  
- **Acceso :**
  - *Aéreo:* Aeropuerto Guillermo León Valencia.
  - *Terrestre:* Autopista panamericana por norte y sur de la ciudad
  
- **Distancias terrestres:**
  - Popayán - Cali: 142 km
  - Popayán - Santa Fe de Bogotá: 564 km
  - Popayán - San Agustín: 314 km

La siguiente información fue suministrada por la división de aseo de la alcaldía del municipio de Popayán.

- **Producción de basuras año 1999:** 48.350,09 ton

- **Numero de usuarios servicio publico domiciliario de aseo:** El numero total de usuarios de aseo en el municipio es de 45.895, repartidos entre usuarios residenciales y usuarios no residenciales.

- **Usuarios Residenciales:** 42.825, distribuidos así:

Estrato 1: 5.263

Estrato 2: 12.234

Estrato 3: 17.553

Estrato 4: 5.380

Estrato 5: 1.972

Estrato 6: 423

- **Usuarios no residenciales:** 3.070, distribuidos así:

Comerciales estratos 1,2 y 3 (Zona 1): 1.092

Comerciales estratos 4,5 y 6 (Zona 2): 1.667

Grandes productores: 311

En la siguiente cartografía encontrará al municipio de Popayán y seleccionados cada uno de los sitios que fueron muestreados y analizados en el manejo de sus residuos.

## **4. METODOLOGIA**

Abarca básicamente cuatro aspectos: 1. Caracterización y evaluación ambiental del manejo de residuos sólidos urbanos (R.S.U.); 2. Producción de un pre-húmico por medio de compostaje; 3. Prueba bajo invernadero: Cubetas demostrativas; y 4. Propuesta de plan de manejo ambiental para residuos sólidos orgánicos urbanos. Cada tema se trabajó por separado, pero se tuvieron en cuenta los resultados para la propuesta final

### **4.1 CARACTERIZACION Y EVALUACION AMBIENTAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (R.S.U.)**

Por medio de observación directa y un análisis crítico y coherente de algunas zonas urbanas del municipio de Popayán, se caracterizó y evaluó cualitativamente las condiciones ambientales del municipio, teniendo en cuenta principalmente el manejo de los residuos sólidos.

Para esta evaluación se tuvieron en cuenta componentes ambientales tales como: aire, recurso hídrico, suelo, fauna, flora y aspectos socioeconómicos entre otros.

Para la identificación y evaluación cualitativa de impactos se utilizaron listas de chequeo, las cuales se aplicaron en los diferentes sitios de muestreo, procediendo posteriormente a integrarlas en una matriz de interacción. La lista de chequeo es un cuadro donde se

analizan cada uno de los componentes ambientales, dándoles una calificación cualitativa a la intensidad del impacto, temporalidad del impacto y el nivel de mitigación. Con la aplicación de una matriz adaptada de Sorensen, se realizó la caracterización ambiental y la correspondiente evaluación cualitativa.

## **4.2 PRODUCCION DE UN PRE-HUMICO POR MEDIO DE COMPOSTAJE**

Se preparó un abono orgánico por compostaje, utilizando como materia prima residuos sólidos orgánicos urbanos (R.S.O.U.), demostrando que la basura y en especial en la materia orgánica hay un gran potencial desperdiciado. Los pasos a seguir para la producción del abono orgánico fueron:

**4.2.1 Recolección de basuras domiciliarias.** Se hizo de algunos hogares del municipio de Popayán. Esta recolección que se realizó en la urbanización Villa Mercedes y barrio Campamento para los estratos cinco y seis, en los barrios Valencia y Palacé para los estratos medios, y en los barrios Avelino Ull y los Sauces para los estratos inferiores, se hizo con el fin de analizar los residuos sólidos urbanos de los distintos estratos de la ciudad. Se recogieron los R.S.U., el mismo día que Parques y Aseo realizaba su respectivo recorrido. Para esta operación se contó con una camioneta y un reciclador. Se recolectaron R.S.U. durante un mes.

**4.2.2 Caracterización y Almacenamiento de las basuras.** La caracterización de las basuras se realizó el mismo día que fue recogida. Esta actividad la desempeñó un reciclador. Dentro de las herramientas básicamente se utilizó una pala. El almacenamiento

de los residuos se llevó a cabo en la planta de producción de acondicionadores del suelo de BIOENLACE 21 S.A., ubicada en el barrio Avelino Ull. Los residuos no biodegradables que se encontraron en la basura solamente fueron tenidos en cuenta para la caracterización y cuantificación, luego se desecharon. La materia orgánica (residuos biodegradables) se almacenó y cubrió con un plástico mientras se recogió la biomasa necesaria para procesar una pila de 1 m<sup>3</sup>. La cuantificación de los R.S.U permitió aproximar resultados de cuanto basura diaria aporta el municipio de Popayán al relleno sanitario y de qué está compuesta, complementándola con la información suministrada por la oficina de Parques y Aseo.

**4.2.3 Preparación del pre-húmico por compostaje.** Para la preparación del abono orgánico se contó básicamente con un jornalero, el cual construyó la pila de compostaje de aproximadamente 1 m<sup>3</sup> y la trató con BIOMAX y BIOAGENT. Las herramientas utilizadas fueron una pala y una bomba fumigadora de espalda con una capacidad de 20 L. La pila de compostaje no se compactó físicamente y la fumigación con BIOMAX se realizó procurando humectar y abarcar lo mejor posible toda la pila. La dosis que se utilizó de BIOMAX fue de 100 cm<sup>3</sup> por bomba de 20 L, 15 días después de tratada la materia orgánica con BIOMAX, se realizó el primer y único volteo de la pila, el cual requirió nuevamente del jornalero. El día 23 del proceso, se aplicó BIOAGENT a razón de 100 cm<sup>3</sup> por bomba de 20 L, producto que contiene microorganismos benéficos para el suelo tales como Azotobacter chroococcum, Pseudomona fluorences, Bacillus subtilis y Azospirillum lipoferun. Para esta actividad se requirió de medio jornal.

Antes de ser incorporado el pre-húmico a las cubetas se realizó un análisis de sus componentes, para conocer sus características principales y contenidos nutricionales.

#### **4.3 PRUEBA BAJO INVERNADERO: CUBETAS DEMOSTRATIVAS**

La prueba realizada bajo invernadero se realizó para observar y evaluar la aplicabilidad y funcionalidad de un producto, fácil de elaborar (pre-húmico por compostaje) y de bajos costos. Esta prueba al igual que la producción del pre-húmico se realizó en la planta de producción de acondicionadores del suelo de BIOENLACE 21 S.A., ubicada en el barrio Avelino Ull, donde se sembró en cubetas y observó el desarrollo de plántulas de frijol común (Phaseolus vulgaris) de variedad arbustiva.

Se evaluaron dos tratamientos distintos y un testigo absoluto, con cinco repeticiones cada uno así: Los tratamientos fueron: 1. Aplicación de abono químico (fert. química); 2. Aplicación de abono orgánico obtenido por compostaje (fert. orgánica); 3. Grupo control.

El diseño experimental es simple, completamente aleatorizado (DCA), con 3 tratamientos (T) y 5 repeticiones (R) por tratamiento.

Unidad experimental (UE): Cubeta con 20 plantas (4 filas con 5 plantas por fila) para un total de 300 plantas (Figura 6).

La dimensión de las cubetas plásticas donde se sembró el frijol fue de 33,5 cm de largo, 27 cm de ancho y 13 cm de profundidad, para un volumen de 0,0117 m<sup>3</sup>.

### **4.3.1 Trabajo con frijol común (Phaseolus vulgaris)**

**4.3.1.1 Selección y evaluación de semillas.** Se utilizó semilla certificada, a la cuál se le realizaron pruebas de viabilidad y germinación de acuerdo con las normas ISTA (1.985).

**4.3.1.2 Siembra.** Se emplearon 15 cubetas plásticas. La densidad de siembra fue de 20 plantas por cubeta, disponiendo de cuatro filas y cinco columnas. Se utilizaron cinco cubetas por tratamiento, por lo que se tubo un total de 300 plantas. Todo el cultivo se realizó bajo condiciones de invernadero.

Después de preparado el sustrato inicial, se tomó una muestra del mismo para efectuar el primer análisis del suelo. Posteriormente según los resultados obtenidos en el análisis, se procede a realizar las respectivas enmiendas agronómicas, que consisten en aplicaciones de dosis determinadas de fertilizantes según las necesidades del cultivo.

Estando listos los sustratos se realizó una aplicación a ras de piso de TRIK 21, biofungicida preventivo, producto agrícola a base del hongo Trichoderma harzianum.

La siembra del frijol se realizó el 18 de julio de 2.000, depositando dos semillas por punto, las cuales se cubrieron con tres cm de sustrato. La distancia entre las plántulas fue de 6,7 cm, teniendo en cuenta las dimensiones de la cubeta.

Cuando las semillas germinaron y las plántulas alcanzaron los tres cm se fumigó con, MIG 21 y PREFERAL 21, bioinsecticidas preventivos a base de Metarhizium anisople y Phaecilomyces fumosorroseus respectivamente.

En el proceso de adecuación del área de siembra, en la siembra y en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, se aplicaron por igual a los dos tratamientos y al control algunos insumos agrícolas 100% biológicos, los cuales fueron donados por BIOENLACE 21 S.A, para garantizar el éxito del mismo.

#### **4.3.2 Comparaciones entre tratamientos**

**4.3.2.1 Comparación de sustratos.** Consiste en un análisis cualitativo en forma comparada de cada uno de los sustratos antes y después de la siembra, apoyándose en un análisis de suelo, que permite cruzar información con el crecimiento y fenología de las plántulas hasta la formación de vainas (fase R<sub>7</sub>). En la última etapa de la prueba de invernadero, una vez concluida la evaluación fenológica, se tomó un kg de sustrato de cada tratamiento, para realizar el segundo análisis del suelo y compararlo con su estado inicial.

**4.3.2.2 Análisis fisiológico.** Se efectuó una evaluación del desarrollo y crecimiento de las plántulas en cada uno de los tratamientos, teniendo en cuenta variables como: crecimiento longitudinal, área foliar y peso seco. Se realizaron dos mediciones de cada uno de estos parámetros, los cuales se llevaron a cabo en el laboratorio de Biología de la Universidad del Cauca el 30 de julio y el 18 de agosto de 2.000 respectivamente. Del mismo modo se evaluó cualitativamente el desarrollo fenológico las plántulas hasta la fase R<sub>7</sub>. Para las

mediciones de longitud, área foliar y peso seco se cortaron las plántulas a ras de suelo. El análisis fenológico se trabajó diligenciando la escala de desarrollo aplicada por el CIAT (LOPEZ, Marcolino et al, 1.985).

#### **4.4 PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS URBANOS**

Según la caracterización ambiental realizada, los resultados que se obtuvieron en las pruebas (preparación del pre-húmico y evaluación de campo) y los datos estadísticos que se manejaron sobre los R.S.U. del municipio de Popayán, se proponen algunas alternativas de manejo de residuos orgánicos, tratando de mostrar beneficios tanto socioeconómicos como ambientales, teniendo en cuenta las limitaciones y fortalezas del municipio de Popayán.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **5.1 CARACTERIZACION Y EVALUACION AMBIENTAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (R.S.U.)**

De los catorce sitios a los que se le aplicó la lista de chequeo cabe anotar que el relleno sanitario y las galerías son los puntos mas críticos, seguidos del río Molino en su paso por el municipio, el hospital universitario San José y los barrios de familias de menores recursos.

Para la realización de las listas de chequeo fue vital el apoyo que brindó la comunidad, ya que los vecinos y habitantes de las zonas que fueron muestreadas colaboraron con sus opiniones, observaciones y sugerencias.

Otro aspecto que se debe resaltar es que el manejo de los residuos sólidos de las galerías en la actualidad ha mejorado en un 70%, ya que se está haciendo una recolección en cada puesto y se espera hasta las 10:00 a.m. que pasa el camión para desecharlos, el problema surge en los días de mercado o cuando el camión se retrasa.

A continuación se presentan las listas de chequeo elaboradas para la caracterización ambiental de los 14 puntos de muestreo en el municipio de Popayán:

Las galerías del barrio Alfonso López (Cuadro 8) y Las Palmas (Cuadro 12) presentan listas de chequeo muy similares, siendo la mayoría de los impactos de un nivel bajo, dado que son bastante mas organizadas que las demás galerías de la ciudad.

**Cuadro 8. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos en la galería del barrio Alfonso López, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	N		
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RUIDO</b>	L	Cp	Mi
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS ALTERACION DEL FLUJO ASPECTOS FISICO-QUIMICOS			
B) AGUAS SUPERFICIALES ALTERACION DE MARGENES ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	N N		
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA	N		
B) COMPOSICION QUÍMICA	N		
<b>5. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA	M N	Cp	Mi
B) ACUATICA	N		
<b>6. VEGETACION</b>	N		
<b>7. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	M	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	M	Cp	Mi
B) VALOR DE PREDIOS	M	Cp	Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO	N L	Cp	Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA PERSONAL DE PLANTA RECICLADORES	M N N	Cp	Mi
<b>10. SALUD PUBLICA</b>			
A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	L	Cp	Mi
B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS			
C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS	L	Cp	Mi

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > 6 = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < 6 = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable

Nm: No mitigable

La galería del barrio Alfonso López (Cuadro 8) se encuentra en la actualidad enmallada y 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 a la población vecina, ya que alteran el espacio publico y hacen que sus predios pierdan valor, sin olvidarnos del impacto visual que producen.

Algo que es suficientemente claro es que la ubicación de una galería en el sector urbano casi para nadie ofrece ventajas, excepto para los comerciantes, ya que el uso del suelo, el valor de los predios, el impacto visual y la proliferación de fauna invasora, al igual que los malos olores afectan a los moradores del sector.

La siguiente lista de chequeo ilustra la galería del barrio La Esmeralda (Cuadro 9), donde se ven impactos a nivel medio, principalmente en el componente antrópico, ya que se ven afectados el uso del suelo, el valor de los predios, la utilización del espacio publico y por supuesto las zonas urbanas. Por otro lado, existen también impactos en la calidad del paisaje, en la emisión de olores desagradables, el ruido y la presencia de fauna invasora.

Al igual que en las otras galerías de la ciudad, la oficina de parques y aseo recolecta a diario los residuos, pero en los días de mercado la acumulación de los mismos es muy elevada y el lugar destinado para esa recolección no es el adecuado, por lo que se presentan problemas debido a la dispersión de los residuos por los recicladores y los animales. Otro efecto negativo de la mala disposición de los residuos y sobre todo de los locales callejeros,

es que el espacio público y en general la población urbana se está viendo directamente afectada, ya que los dos contenedores que existen actualmente para la recolección de los residuos no dan abasto los días de mercado.

**Cuadro 9. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos de la galería del barrio la Esmeralda, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	N		
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RUIDO</b>	L	Cp	Mi
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS			
ALTERACION DEL FLUJO	N		
ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	N		
B) AGUAS SUPERFICIALES			
ALTERACION DE MARGENES	N		
ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	N		
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA	N		
B) COMPOSICION QUÍMICA	N		
<b>5. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE			
MACROFAUNA	M	Cp	Mi
EDAFOFAUNA			
B) ACUATICA	N		
<b>6. VEGETACION</b>	N		
<b>7. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	L	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA			
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	M	Cp	Mi
B) VALOR DE PREDIOS	M	Cp	Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE:			
AREAS RECREATIVAS	N		
ESPACIO PUBLICO	M	Cp	Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA:			
ZONA URBANA	M	Cp	Mi
PERSONAL DE PLANTA	N		
RECICLADORES	N		
<b>10. SALUD PUBLICA</b>			
A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	L	Cp	Mi
B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	L	Cp	Mi
C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS	L	Cp	Mi

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable

Nm: No mitigable

Los vecinos del sector afirman que el valor de sus residencias a decrecido considerablemente y están descontentos con el crecimiento desmesurado de la galería, aunque para nadie es un secreto que este sector comercial de la ciudad es uno de los mas prósperos, por lo tanto es una fuente muy importante de empleo y seria descabellado pensar en su cierre. La población que se encuentra directamente afectada por el funcionamiento de la galería en el sector, recomienda a las autoridades municipales una mayor atención, para que el funcionamiento de esta zona comercial no se convierta en un problema, sino en una solución para la problemática social que se vive actualmente por el desempleo.

El Cuadro 10 ilustra una lista de chequeo que presenta gran alteración en sus componentes ambientales, observando impactos sobre los componentes aire, hídrico, faunístico, el paisaje y todo lo que concierne al hombre tanto en la parte económica como cultural. La mala disposición de las basuras dentro de la galería del barrio Bolívar, la falta de contenedores y la gran cantidad de residuos que resultan de su operación diaria, sumado a la inconsciencia de la gente hacen que este sea uno de los sitios de mayor contaminación ambiental dentro del municipio de Popayán.

Analizando el componente aire se observa que aunque a diario la oficina de parques y aseo a ordenado la recolección de los residuos, algunas veces ese programa no se cumple, convirtiéndose el sitio de acopio de los residuos en un medio para el crecimiento de insectos y una fuente de malos olores. Por otra parte al no encontrarse pavimentadas todas

las calles de la galería, las frecuentes lluvias hacen que se convierta en un sector fangoso, intransitable y en un foco de infecciones y olores desagradables.

**Cuadro 10. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos de la galería del barrio Bolívar, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	M	Cp	Mi
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	M	Cp	Mi
<b>2. RUIDO</b>	M	Cp	Mi
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS ALTERACION DEL FLUJO			
B) AGUAS SUPERFICIALES ALTERACION DE MARGENES ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	M M	Cp Cp	Mi Mi
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA DRENAJE COMPACTACION PERFILES EDAFOLIGICOS	L N	Cp -	Mi
B) COMPOSICION QUÍMICA MATERIA ORGANICA Ph CONDUCTIVIDAD	L	Cp	Mi
<b>5. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA	M	Cp	Mi
B) ACUATICA	M	Cp	Mi
<b>6. VEGETACION</b>	L	Cp	Mi
<b>7. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	A	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA	M	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	M	Cp	Mi
B) VALOR DE PREDIOS	M	Cp	Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE: ÁREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO RECURSOS HISTORICOS	M L A	Cp Cp Cp	Mi Mi Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA PERSONAL DE PLANTA RECICLADORES	M N N	Cp	Mi
<b>10. SALUD PUBLICA</b>			
A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	M	Cp	Mi
B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	M	Cp	Mi
C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS	M	Cp	Mi

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable

Nm: No mitigable

El recurso hídrico se ve afectado también, ya que las barreras que se han dispuesto para que no se utilice la ribera del río Molino han sido violadas, y la gente no tiene inconvenientes en depositar los residuos y materiales de mala calidad bien sea en la ribera o directamente en el río.

Si vemos el componente faunístico este no se queda atrás, por la presencia de ratas, moscas, zancudos, perros y gallinazos entre otros animales, los cuales hacen parte de uno de los vectores mas altos para el contagio de enfermedades. También se observa que los perros y los gallinazos dispersan mucho los residuos y hacen mucho mas engorrosa su recolección. Según la comunidad que permanece en interacción con la galería, las enfermedades que mas predominan son las de origen hídrico, las respiratorias y las dermatológicas.

En conversación con algunos comerciantes informales del sector, para ellos la galería no representa ningún problema y el impacto visual no es grave, ya que con recoger la basura basta. Las personas que frecuentan la galería y los grandes comerciantes, sí piden a las autoridades máximas del municipio que controlen y sean mas drásticos con el aseo del sector, ya que la contaminación visual es alta y cada día se acrecienta.

Un aspecto muy importante a destacar, tanto de esta galería como de las demás del municipio de Popayán, es que estos sitios son unos de los más productivos de la ciudad, ya que el comercio hace que se muevan considerables sumas de dinero, y sobre todo que se vea favorecida la comunidad por la consecución de empleo, bien sea por empleos directos, por el montaje de un negocio o por los innumerables empleos indirectos que generan estos.

El último aspecto valioso por resaltar es el económico y cultural, ya que los predios ubicados en los alrededores de este sector han perdido su valor y calidad como sectores residenciales y cada día se ocupan mas espacios públicos, recreativos y hasta sectores históricos de la ciudad, aunque el valor como locales comerciales si se a incrementado.

La disposición de los residuos en la galería ubicada en el barrio Bello Horizonte (Cuadro 11), no presenta grandes impactos sobre los componentes ambientales, dado que el almacenamiento de estos y el tamaño de la galería hacen que su manejo sea muy cómodo. Los problemas de mayor impacto que se observan en este cuadro son la presencia de fauna invasora y la disminución en el valor de los predios, ya que la cercanía a una galería por más pequeña que sea es un inconveniente. En menor grado se observa que hay emisión de gases con olores desagradables, algo de ruido los días de mercado, el paisaje se ve afectado tanto en estructura como en calidad visual y el espacio público y la población urbana sufren bastante cuando no se recogen a tiempo los residuos.

Son importantísimos los comentarios de la comunidad, dado que directamente son ellos los que han aprendido a convivir con el funcionamiento de la galería. Según comentarios de los vecinos del sector ellos presentan inconformidad porque la recolección no siempre se hace a tiempo, y los perros y gallinazos esparcen la basura por el sector. Por otro lado recomiendan ubicar los residuos en una bodega o ramada, ya que las lluvias que son tan frecuentes en el municipio de Popayán, hacen que la presencia de lixiviados y malos olores sea mayor. Un porcentaje muy alto de la comunidad esta de acuerdo con la ubicación de la

galería en esa zona, afirmando que la lejanía de su barrio a las zonas comerciales del municipio hacen de este sitio la mejor solución.

**Cuadro 11. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos de la galería del barrio Bello Horizonte, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b> A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RUIDO</b>	L	Cp	Mi
<b>3. RECURSO HIDRICO</b> A) AGUAS SUBTERRANEAS ALTERACION DEL FLUJO ASPECTOS FISICO-QUIMICOS B) AGUAS SUPERFICIALES ALTERACION DE MARGENES ASPECTOS FISICO-QUIMICOS			
<b>4. COMPONENTE SUELO</b> A) COMPOSICION FISICA - COMPACTACION - DRENAJE B) COMPOSICION QUÍMICA	N N N		
<b>5. FAUNA</b> A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA B) ACUATICA	M N N	Cp	Mi
<b>6. VEGETACION</b>	N		
<b>7. PAISAJE</b> A) CALIDAD B) ESTRUCTURA	L L	Cp Cp	Mi Mi
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b> A) USO DEL SUELO B) VALOR DE PREDIOS	L L	Cp Cp	Mi Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b> A) ALTERACION EN EL USO DE: ÁREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA PERSONAL DE PLANTA RECICLADORES	L L N N	Cp Cp	Mi Mi
<b>10. SALUD PUBLICA</b> A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS	L L	Cp Cp	Mi Mi

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:  
A: Alto.  
M: Medio.  
L: Leve.  
N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:  
Lp: Largo plazo (Impacto > 6 = a 10 años).  
Mp: Mediano plazo (Impacto entre 2 y 9 años).  
Cp: Corto Plazo (Impacto < 6 = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:  
Mi: Mitigable  
Nm: No mitigable

La galería del barrio Las Palmas (Cuadro 12) ofrece algunas ventajas al sector, dado que en la zona se encuentran ubicados algunos barrios, que geográficamente presentan inconvenientes en cuanto a transporte a sus pobladores, los cuales no cuentan con medios de transporte adecuados y mucho menos propios.

**Cuadro 12. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos en la galería del barrio Las Palmas, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	N		
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RUIDO</b>	L	Cp	Mi
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS ALTERACION DEL FLUJO ASPECTOS FISICO-QUIMICOS			
B) AGUAS SUPERFICIALES ALTERACION DE MARGENES ASPECTOS FISICO-QUIMICOS			
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA	N		
B) COMPOSICION QUÍMICA	N		
<b>5. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA	M N N	Cp	Mi
B) ACUATICA	N		
<b>6. VEGETACION</b>	N		
<b>7. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	M	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	L	Cp	Mi
B) VALOR DE PREDIOS	M	Cp	Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO	L	Cp	Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA PERSONAL DE PLANTA RECICLADORES	L N N	Cp	Mi
<b>10. SALUD PUBLICA</b>			
A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	L	Cp	Mi
B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	L	Cp	Mi
C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS			

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > 6 = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 2 y 9 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < 6 = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable

Nm: No mitigable

El Cuadro 13 que ilustra la lista de chequeo para el paso del río Molino por el municipio de Popayán, arroja resultados que requieren un análisis serio, dado que se presentan impactos considerables en la calidad del agua, del paisaje, en la fauna, en el componente antrópico y socioeconómico.

Analizando cada componente ambiental de los que se ve afectado vemos que el recurso hídrico como tal es uno de los más afectados dado que hay alteración de márgenes y variaciones en las condiciones físico-químicas del cuerpo de agua. En su paso por el municipio de Popayán, el río Molino recibe basuras domiciliarias, basuras de la galería del barrio Bolívar, al igual que aceites, grasas y jabones de talleres y estaciones de servicio. No podemos dejar de destacar el vertimiento de aguas servidas de viviendas ubicadas en las riberas del río. Por lo antes mencionado, se ve que el efecto sobre la fauna acuática es fuerte y la incidencia de fauna invasora por la acumulación de residuos en la ribera del río cada vez es mayor.

Es claro que en algunos sectores de la ciudad como es en el barrio Bolívar, el paso del río no muestre un paisaje de la mejor calidad visual, lo cual hace que el valor de los predios disminuya y se vea afectada la zona urbana, reduciéndose las áreas recreativas, históricas y en sí el espacio público.

Para terminar, las personas que viven cerca al río comentan que hay alta incidencia de enfermedades de origen hídrico y solicitan a las autoridades mayor control y supervisión para reducir el problema.

**Cuadro 13. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del río Molino en su recorrido por el casco urbano del municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO			
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>3. RUIDO</b>			
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS ALTERACION DEL FLUJO ASPECTOS FISICO-QUIMICOS			
B) AGUAS SUPERFICIALES ALTERACION DE MARGENES ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	M M	Cp Cp	Mi Mi
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA COMPACTACION DRENAJE	M L	Cp Cp	Mi Mi
B) COMPOSICION QUÍMICA			
<b>5. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA	M	Cp	Mi
B) ACUATICA	M	Cp	Mi
<b>6. VEGETACION</b>	L	Cp	Mi
<b>7. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	M	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	L	Cp	Mi
B) VALOR DE PREDIOS	M	Cp	Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO RECURSO HISTORICO	L L L	Cp Cp Cp	Mi Mi Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA RECICLADORES	L N	Cp	Mi
<b>10. SALUD PUBLICA</b>			
A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	M	Cp	Mi
B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS			
C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS	L	Cp	Mi

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.  
M: Medio.  
L: Leve.  
N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).  
Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).  
Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable.  
Nm: No mitigable.

La lista de chequeo para el relleno sanitario del municipio de Popayán (Cuadro 14), es la que muestra mayores impactos sobre todos los componentes ambientales. Para nadie es un secreto que los rellenos sanitarios y en especial el nuestro representan una grave problemática ambiental, dado que no se ejecutan planes de manejo eficaces y mucho menos medidas correctivas apropiadas.

La intensidad del impacto en casi todos los aspectos es alto, predominando los impactos sobre el suelo y sobre las aguas, tanto las superficiales por escorrentía y las subterráneas por filtración de lixiviados. La emisión de gases con olores desagradables, los impactos sobre la flora y la fauna por su erradicación, la aparición de especies invasoras y el fuerte impacto sobre el factor paisajístico, afectando su calidad y estructura, siguen la lista de los impactos.

El componente antrópico también se ve afectado, predominando el uso del suelo y el valor de los predios, los cuales se ven reducidos considerablemente. Por la cercanía del relleno con el barrio Lomas de Ganada, se debe afirmar que el impacto es tanto sobre el sector rural como el urbano.

El personal de planta y los recicladores no se ven afectados, ya que estos afirman no sufrir de ningún tipo de enfermedad y por lo contrario el trabajo que se les ofrece los ayuda mucho. Los vecinos del sector sí se quejan y afirman tener problemas con enfermedades de origen hídrico, respiratorias y dermatológicas, sobre todo en los menores de edad y los ancianos.

**Cuadro 14. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente las condiciones ambientales del relleno sanitario del municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	M	Cp	Mi
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	A	Cp	Mi
<b>2. RUIDO</b>	M	Cp	Mi
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS ALTERACION DEL FLUJO ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	A	Lp	Mi
B) AGUAS SUPERFICIALES ALTERACION DE MARGENES ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	M A	Cp Cp	Mi Mi
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA DRENAJE COMPACTACION PERFILES EDAFOLOGICOS	A A A	Cp Cp Cp	Mi Mi Nm
B) COMPOSICION QUÍMICA MATERIA ORGANICA PH CONDUCTIVIDAD	A A A	Cp Cp Cp	Mi Mi Mi
<b>5. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA	M	Cp	Mi
* Macrofauna	A	Cp	Mi
* Mesofauna	A	Cp	Mi
* Microfauna	A	Cp	Mi
B) ACUATICA	M	Cp	Mi
<b>6. VEGETACION</b>	A	Cp	Mi
<b>7. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	A	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA	A	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	A	Cp	Mi
B) VALOR DE PREDIOS	A	Cp	Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO	M N	Cp	Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA RURAL ZONA URBANA PERSONAL DE PLANTA RECICLADORES	A A N N	Cp Cp	Mi Mi
<b>10. SALUD PUBLICA</b>			
A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	M	Cp	Mi
B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	M	Cp	Mi
C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS	M	Cp	Mi
D) ALERGIAS			

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable

Nm: No mitigable

EL Cuadro 15 no muestra impactos fuertes sobre los componentes ambientales, salvo en la presencia aunque reducida de perros y la utilización del espacio público. Esta lista de chequeo representa al barrio Campamento, donde los propietarios de las viviendas lo único que sugieren es la ubicación de contenedores para el acopio de las basuras en sitios estratégicos, con el fin de no ver afectados los andenes y por supuesto la calidad visual del barrio.

**Cuadro 15. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Campamento, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b> A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	N		
<b>2. RECURSO HIDRICO</b> A) AGUAS SUBTERRANEAS B) AGUAS SUPERFICIALES	N N		
<b>3. COMPONENTE SUELO</b> A) COMPOSICION FISICA B) COMPOSICION QUÍMICA	N N		
<b>4. FAUNA</b> A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA B) ACUATICA	L N N	Cp	Mi
<b>5. VEGETACION</b>	N		
<b>6. PAISAJE</b> A) CALIDAD B) ESTRUCTURA	N		
<b>7. ASPECTOS ECONOMICOS</b> A) USO DEL SUELO B) VALOR DE PREDIOS	N		
<b>8. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b> A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA RECICLADORES	M L L N	Cp Cp Cp	Mi Mi Mi
<b>9. SALUD PUBLICA</b> A) MORBILIDAD	N		

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:  
A: Alto.  
M: Medio.  
L: Leve.  
N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:  
Lp: Largo plazo (Impacto > 6 = a 10 años).  
Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).  
Cp: Corto Plazo (Impacto < 6 = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:  
Mi: Mitigable  
Nm: No mitigable

La lista de chequeo para la urbanización Villa Mercedes esta representada por el Cuadro 16, donde se observa una pequeña presencia de malos olores y un leve impacto en la calidad visual del paisaje, dado que en la entrada a la misma se encuentran ubicados dos contenedores para la recolección de los residuos. Las personas que residen en esta urbanización están conformes con el manejo que se le da a sus basura, pero recomiendan ubicar mejor los contenedores.

**Cuadro 16. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos en la urbanización Villa Mercedes, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b> A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RECURSO HIDRICO</b> A) AGUAS SUBTERRANEAS B) AGUAS SUPERFICIALES	N N		
<b>3. COMPONENTE SUELO</b> A) COMPOSICION FISICA B) COMPOSICION QUÍMICA	N N		
<b>4. FAUNA</b> A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA B) ACUATICA	L N N	Cp	Mi
<b>5. VEGETACION</b>	N		
<b>6. PAISAJE</b> A) CALIDAD B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi
<b>7. ASPECTOS ECONOMICOS</b> A) USO DEL SUELO B) VALOR DE PREDIOS	N		
<b>8. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b> A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA RECICLADORES	L L N	Cp Cp	Mi Mi
<b>9. SALUD PUBLICA</b> A) MORBILIDAD	N		

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:  
A: Alto.  
M: Medio.  
L: Leve.  
N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:  
Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).  
Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).  
Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:  
Mi: Mitigable  
Nm: No mitigable

Para el barrio Palacé (Cuadro 17) y Valencia (Cuadro 18) se observan 2 listas de chequeo muy similares donde predominan como impactos la presencia de fauna invasora (perros), la utilización del espacio público y la emisión de olores desagradables. Estos impactos se presentan con una intensidad baja. Los comentarios de los residentes de estos barrios en cuanto a la recolección de residuos es buena, sin embargo manifiestan su inconformidad con la puntualidad en la recolección, dado que entre más se demoren en pasar los camiones, más desorden dejan los recicladores.

**Cuadro 17. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Palacé, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b> A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RECURSO HIDRICO</b> A) AGUAS SUBTERRANEAS B) AGUAS SUPERFICIALES	N N		
<b>3. COMPONENTE SUELO</b> A) COMPOSICION FISICA B) COMPOSICION QUÍMICA	N N		
<b>4. FAUNA</b> A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA B) ACUATICA	L N N	Cp	Mi
<b>5. VEGETACION</b>	N		
<b>6. PAISAJE</b> A) CALIDAD B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi
<b>7. ASPECTOS ECONOMICOS</b> A) USO DEL SUELO B) VALOR DE PREDIOS	L	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b> A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA RECICLADORES	L L L N	Cp Cp Cp	Mi Mi Mi
<b>9. SALUD PUBLICA</b> A) MORBILIDAD	N		

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:  
A: Alto.  
M: Medio.  
L: Leve.  
N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:  
Lp: Largo plazo (Impacto > 6 = a 10 años).  
Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).  
Cp: Corto Plazo (Impacto < 6 = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:  
Mi: Mitigable  
Nm: No mitigable

Los residentes del barrio Valencia y Palacé reportan que en el pasado los mayores problemas que tenían con las basuras eran los recicladores y los perros callejeros, dado que estos esculcaban la basura y las dejaban regada por todo el andén, presentándose un alto impacto en la calidad visual del paisaje. Para disminuir ese problema la decisión fue no sacar la basura desde la noche anterior, sino minutos antes de que pasara el camión. El problema no se corrigió por completo, ya que los camiones recolectores no son puntuales y algunas veces no pasan en el día, por lo que el reguero de residuos es muy alto.

**Cuadro 18. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Valencia, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b> A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RECURSO HIDRICO</b> A) AGUAS SUBTERRANEAS B) AGUAS SUPERFICIALES	N N		
<b>3. COMPONENTE SUELO</b> A) COMPOSICION FISICA B) COMPOSICION QUÍMICA	N N		
<b>4. FAUNA</b> A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA B) ACUATICA	M N N	Cp	Mi
<b>5. VEGETACION</b>	N		
<b>6. PAISAJE</b> A) CALIDAD B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi
<b>7. ASPECTOS ECONOMICOS</b> A) USO DEL SUELO B) VALOR DE PREDIOS	L	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b> A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA RECICLADORES	L L N	Cp Cp	Mi Mi
<b>9. SALUD PUBLICA</b> A) MORBILIDAD	N		

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable

Nm: No mitigable

El Cuadro 19 representa al barrio Los Sauces, el cual aunque tiene similitudes con el barrio Avelino Ull, no presenta impactos tan intensos, observándose una vez mas, que la presencia de perros y el mal empaque de los residuos es el mayor problema. Los vecinos del sector se quejan del mal servicio que les ofrece el municipio en cuanto a recolección de basuras, comentando que no hay cumplimiento en los horarios y días de recolección. Al igual que en otros sectores de la ciudad, la gente piensa que la ubicación de contenedores es la solución para tener un mejor barrio y solucionar un poco sus problemas de empaque y manejo de basuras.

**Cuadro 19. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Los Sauces, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	-	-	-
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS	N	-	-
B) AGUAS SUPERFICIALES	N	-	-
<b>3. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA	N	-	-
B) COMPOSICION QUÍMICA	N	-	-
<b>4. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE			
MACROFAUNA	M	Cp	Mi
EDAFOFAUNA	N	-	-
B) ACUATICA	N	-	-
<b>5. VEGETACION</b>	N	-	-
<b>6. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	L	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA	N	-	-
<b>7. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	N	-	-
B) VALOR DE PREDIOS	L	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE:			
AREAS RECREATIVAS	L	Cp	Mi
ESPACIO PUBLICO	L	Cp	Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA:			
ZONA URBANA	L	Cp	Mi
RECICLADORES	N	-	-

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable

Nm: No mitigable

Veamos ahora la lista de chequeo para el barrio Avelino Ull (Cuadro 20), la cual presenta impactos de intensidad media, dentro de los cuales están la alteración de márgenes y aspectos físico – químicos para aguas superficiales, la presencia de fauna invasora (perros, ratas e insectos) y el impacto visual por el mal empaque de los residuos.

La falta de recursos económicos para la gente de este sector de la ciudad, facilita que se presenten impactos considerables, sin sumarle a esto el bajo nivel cultural que tienen estas personas. El mal empaque de las basuras y el vertimiento de otras a la quebrada que atraviesa el barrio hace que el paisaje no sea nada acogedor. Para completar cabe anotar que casi por cada casa hay un perro, los cuales hacen por tres el papel de un reciclador, dejando rejeros de la basura por todos lados.

La gente del barrio al parecer no ve como inconveniente que el carro de la basura no pase o pase tarde, porque dicen que lo que no se lleva el carro se lo lleva el río. Otro sector de la comunidad solicita al municipio la ubicación de contenedores, para poder depositar sus residuos, ya que tienen claro que sus recipientes o canecas no son los ideales, y por culpa de ellos mismos a veces el barrio tiene mal aspecto.

El último aspecto que se debe tener en cuenta es que muchas veces se utiliza el agua de la quebrada para actividades cotidianas, siendo esta una fuente importantísima, en la propagación de enfermedades de origen hídrico. Cabe anotar que no son solamente residuos domiciliarios que se vierten a la quebrada, sino que en muchos casos aguas servidas de viviendas de invasión que han aparecido actualmente.

**Cuadro 20. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de residuos sólidos del barrio Avelino Ull, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b> A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RECURSO HIDRICO</b> A) AGUAS SUBTERRANEAS B) AGUAS SUPERFICIALES ALTERACION DE MARGENES ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	M M	Cp Cp	Mi Mi
<b>3. COMPONENTE SUELO</b> A) COMPOSICION FISICA B) COMPOSICION QUÍMICA	L L	Cp Cp	Mi Mi
<b>4. FAUNA</b> A) TERRESTRE MACROFAUNA EDAFOFAUNA B) ACUATICA	M N L	Cp - Cp	Mi - Mi
<b>5. VEGETACION</b>	N		
<b>6. PAISAJE</b> A) CALIDAD B) ESTRUCTURA	M	Cp	Cp
<b>7. ASPECTOS ECONOMICOS</b> A) USO DEL SUELO B) VALOR DE PREDIOS	M	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b> A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS ESPACIO PUBLICO B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA RECICLADORES	L L L	Cp Cp Cp	Mi Mi Mi
<b>9. SALUD PUBLICA</b> A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	L	Cp	Mi

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.  
M: Medio.  
L: Leve.  
N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).  
Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).  
Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable.  
Nm: No mitigable.

La ultima lista de chequeo (Cuadro 21), se realizo para analizar el hospital universitario San José del municipio de Popayán. Esta lista nos muestra que la emisión de material particulado, el ruido producido por el horno incinerador cuando está en funcionamiento y las sirenas de los vehículos son el impacto mas fuerte sobre los componentes ambientales.

Otros impactos pero en menor intensidad son la presencia de gallinazos, el uso y el valor de los predios y el reporte de la comunidad de algunas enfermedades de tipo alérgico por la cercanía con el hospital. Estos son los mayores inconvenientes que representa la ubicación del hospital en el sector.

La disposición final de los residuos en el hospital universitario San José no se hace de la forma mas adecuada, ya que la recolección de los residuos no consta de un sitio techado y mucho menos de suficientes contenedores, por lo que los residuos de tipo peligroso, se mezclan con el resto de residuos como lo son los desechos orgánicos de la cocina y la papelería proveniente del ente administrativo. Es importante resaltar que el personal administrativo afirma que los residuos son previamente seleccionados y posteriormente se destinan bien sea al horno incinerador o a los contenedores para ser colectados por el camión, pero por lo observado y por los comentarios del personal de servicios generales se deja en entredicho, dado que afirman que no hay selección del material, y que el horno incinerador se utiliza de vez en cuando, es mas, afirmaron que desde el día en que se realizó la visita (26 de junio de 2.000), por lo menos hace tres meses no se prendía el horno porque estaba averiado, agregando que ya contaban con uno nuevo, sin embargo todavía no lo sabían manejar.

Los vecinos del sector manifiestan como la mayor problemática el ruido producido por los vehículos de servicio hospitalario y sus sirenas en las horas de la noche, dificultando muchas veces dormir.

**Cuadro 21. Lista de chequeo para evaluar cualitativamente el manejo de los residuos sólidos del hospital universitario San José, municipio de Popayán**

<i>CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL</i>	<i>INTENSIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>TEMPORALIDAD DEL IMPACTO</i>	<i>NIVEL DE MITIGACION</i>
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>			
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	M	Cp	Mi
B) E. DE GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi
<b>2. RUIDO</b>	M	Cp	Mi
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>			
A) AGUAS SUBTERRANEAS	N		
B) AGUAS SUPERFICIALES	N		
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>			
A) COMPOSICION FISICA	N		
B) COMPOSICION QUÍMICA	N		
<b>5. FAUNA</b>			
A) TERRESTRE MACROFAUNA	L	Cp	Mi
B) ACUATICA	N		
<b>6. VEGETACION</b>	N		
<b>7. PAISAJE</b>			
A) CALIDAD	L	Cp	Mi
B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>			
A) USO DEL SUELO	L	Cp	Mi
B) VALOR DE PREDIOS	L	Cp	Mi
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>			
A) ALTERACION EN EL USO DE: AREAS RECREATIVAS	L	Cp	Mi
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA: ZONA URBANA	L	Cp	Mi
PERSONAL DE PLANTA	N		
<b>10. SALUD PUBLICA</b>			
A) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS			
B) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS			
C) ALERGIAS	L	Cp	Mi
D) ENFERMEDADES DE ORIGEN VIRAL			

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.

M: Medio.

L: Leve.

N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO

Lp: Largo plazo (Impacto > ó = a 10 años).

Mp: Mediano plazo (Impacto entre 4 y 6 años).

Cp: Corto Plazo (Impacto < ó = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable.

Nm: No mitigable.

La siguiente adaptación de la matriz de Sorensen (Cuadros 22 y 23) permitirá realizar la evaluación ambiental del municipio de Popayán en el manejo de sus R.S.U., e integrara las 14 listas de chequeo que sirvieron para la caracterización ambiental.

**Cuadro 22. Matriz de Sorensen para manejo de R.S.U. en distintos puntos del municipio de Popayán**

CATEGORIA FACTOR AMBIENTAL	PUNTOS DE ANALISIS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS																		Estado cero	Medidas correctivas	Estado de cambio		
	Galería barrio Alfonso López			Galería barrio La Esmeralda			Galería barrio Bolívar			Galería barrio Bello Horizonte			Galería barrio Las Palmas			R. Molino, paso por Popayán						Relleno sanitario	
<b>1. COMPONENTE AIRE</b>																			Pa	Pavimentar vías de acceso. Recolección rápida de los residuos.	F		
A) EMISION DE MATERIAL PARTICULADO	N			N			L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	N			L	Cp	Mi	M		Cp	Mi	Pa
B) E. GASES CON OLORES DESAGRADABLES	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi				M	Cp	Mi	Ma	
<b>2. RUIDO</b>																			Ma	Vehículos mas silenciosos.	F		
<b>3. RECURSO HIDRICO</b>																			Na	Controlar vertimientos y lixiviados. Barreras físicas. Control de vertimientos.	F		
A) AGUAS SUBTERRANEAS																			A		Lp	Mi	Na
- ALTERACION DEL FLUJO				N																		Aa	
- ASPECTOS FISICO-QUIMICOS				N															M	Cp	Mi	Ma	
B) AGUAS SUPERFICIALES							M	Cp	Mi							M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	Ma	
- ALTERACION DE MARGENES	N			N			M	Cp	Mi							M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	Ma	
- ASPECTOS FISICO-QUIMICOS	N			N			M	Cp	Mi							M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	Ma	
<b>4. COMPONENTE SUELO</b>																			Ma	Diseño de canales. Maquinaria liviana. Recuperar cobertura edafica.	F		
A) COMPOSICION FISICA	N			N						N			N			L	Cp	Mi	A		Cp	Mi	Ma
- DRENAJE																M	Cp	Mi	A	Cp	Mi	Ma	
- COMPACTACION							L	Cp	Mi										A	Cp	Nm	Aa	
- PERFILES EDAFOLOGICOS							L	Cp	Mi	N									A	Cp	Mi	Ma	
B) COMPOSICION QUÍMICA				N															A	Cp	Mi	Ma	
- MATERIA ORGANICA							L	Cp	Mi				N						A	Cp	Mi	Aa	
- pH																			A	Cp	Mi	Aa	
- CONDUCTIVIDAD																			A	Cp	Mi	Aa	
<b>5. FAUNA</b>																			Aa	Fumigaciones. Salud publica	F		
A) TERRESTRE	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M		Cp	Mi	Aa
- MACROFAUNA	N												M	Cp	Mi				A	Cp	Mi	Aa	
- EDAFOFAUNA																			A	Cp	Mi	Aa	
* Macrofauna																			A	Cp	Mi	Aa	
* Mesofauna																			A	Cp	Mi	Aa	
* Microfauna																			A	Cp	Mi	Aa	
B) ACUATICA	N			N			M	Cp	Mi	N			N			M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	Ma	
<b>6. VEGETACION</b>																			Ma	Revegetalización sp. nativas.	F		
<b>7. PAISAJE</b>																			Aa	Reubicación. Diseños de bio-ingeniería.	F		
A) CALIDAD	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	A	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	A		Cp	Mi	Aa
B) ESTRUCTURA	L	Cp	Mi				M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	A	Cp	Mi	Ma	
<b>8. ASPECTOS ECONOMICOS</b>																			Aa	Restauración paisajística. Usos de suelo.	F		
A) USO DEL SUELO	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	A		Cp	Mi	Aa
B) VALOR DE PREDIOS	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	A	Cp	Mi	Aa	
<b>9. ASPECTOS SOCIOCULTURALES</b>																			Ma	Reubicación y diseños de bio-ingeniería. Control de planeación municipal.	F		
A) ALTERACION EN EL USO DE:							M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M		Cp	Mi	Ma
AREAS RECREATIVAS	N			N			L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	Ma	
ESPACIO PUBLICO	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	Ma	
RECURSOS HISTORICOS							A	Cp	Mi										M	Cp	Mi	Ma	
B) TIPO DE POBLACION AFECTADA:																			A	Cp	Mi	Aa	
ZONA RURAL																			A	Cp	Mi	Aa	
ZONA URBANA	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	A	Cp	Mi	Aa	
PERSONAL DE PLANTA	N			N			N			N			N			N			A	Cp	Mi	N	
RECICLADORES	N			N			N			N			N			N			A	Cp	Mi	N	
<b>10. SALUD PUBLICA</b>																			Pa	Mayor presencia y control de salud publica.	F		
A) ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M		Cp	Mi	Pa
B) ENFERMEDADES RESPIRATORIAS				L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	M		Cp	Mi	Pa
C) ENFERMEDADES DERMATOLOGICAS	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M		Cp	Mi	Pa
D) ALERGIAS				L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	L	Cp	Mi	M	Cp	Mi	Pa	

\* INTENSIDAD DEL IMPACTO:

A: Alto.  
M: Medio.

L: Leve.  
N: No existe impacto.

\* TEMPORALIDAD DEL IMPACTO:

Lp: Largo plazo (Impacto > 6 = a 10 años).  
Mp: Mediano plazo (Impacto entre 2 y 9 años).  
Cp: Corto Plazo (Impacto < 6 = a 1 año).

\* NIVEL DE MITIGACION:

Mi: Mitigable.  
Nm: No mitigable.

\* ESTADO CERO:

Na: No alterado.  
Pa: Poco alterado.  
Ma: Medianamente alterado.  
Aa: Altamente alterado.

\* ESTADO DE CAMBIO:

F: Funcional.  
Nf: No funcional.



En la matriz que se realizó para evaluar las cinco galerías, el río Molino y el relleno sanitario del municipio de Popayán (Cuadro 22), se puede observar claramente que el estado cero del ambiente esta entre medianamente alterado y altamente alterado, dado que en estos puntos es critico el manejo que se le da a los residuos. De las cinco galerías del municipio cabe resaltar la ubicada en el barrio Bolívar, ya que esta presenta impactos medios en casi todos sus componentes. Para mitigar parcial o totalmente esos impactos se proponen algunas medidas correctivas, como la recolección oportuna de los residuos, controlar los vertimientos, la ubicación de barreras físicas y las fumigaciones, entre otras.

El río Molino en su paso por el municipio, también presenta impactos considerables, sobre todo en los componentes hídrico, faunístico y paisajístico principalmente, sin dejar a un lado los aspectos socioeconomicos. Para el río Molino también se proponen algunas medidas correctivas como la restauración paisajista y la reforestación con especies nativas.

Por ultimo esta el relleno sanitario, el cual presenta un estado cero critico, lo que deja claro la necesidad de estudiar por parte de las autoridades municipales el funcionamiento de este, o la implementación de planes de manejo adecuados para que no se de el cierre del mismo.

El Cuadro 22 presenta un estado cero mucho mas afectado que la matriz que se realizó para los barrios y el hospital Universitario San José (Cuadro 23), dado que el manejo de los residuos en cada uno de estos sitios en mas eficaz, ya que los volúmenes que se generan son mas reducidos. La excepción es el hospital San José, donde no se hace un manejo adecuado de los residuos y mucho menos una selección previa, sumándosele el

funcionamiento de un horno incinerador, el cual afecta considerablemente el componente aire. Estos barrios en general no presentan grandes impactos sobre sus componentes, aunque cabe anotar que para los estratos mas bajos la situación no es tan favorable, ya que la falta de cultura ciudadana en muchos casos o la falta de recursos, hacen de sus residuos un problema a solucionar.

## 5.2 PRODUCCION DE UN PRE-HUMICO POR MEDIO DE COMPOSTAJE

**5.2.1 Recolección y caracterización de basuras.** La recolección de los residuos se realizó en el mes de marzo de 2.000 (ver Fotografía 1), muestreando por cuatro ocasiones cada uno de los barrios ya mencionados. En los anexos se detalla el registro de las fechas de recolección y la composición individual de los residuos por cada barrio analizado.

Según los datos arrojados por la cuantificación de los R.S.U., se puede ver que el promedio de basuras por usuario domiciliario en Popayán, es de 2,633 kg por cada día de recolección.

**Cuadro 24. Composición porcentual de los residuos sólidos colectados en 6 barrios de la ciudad de Popayán, marzo de 2.000**

<b>Barrio</b>	<b>Materia orgánica (%)</b>	<b>Papel – Cartón (%)</b>	<b>Plásticos (%)</b>	<b>Vidrios (%)</b>	<b>Metales (%)</b>	<b>Otros residuos (%)</b>
Campamento	28,87	22,90	12,39	9,37	6,80	19,65
Villa Mercedes	29,69	19,24	10,45	7,26	6,61	26,69
Palacé	35,14	23,29	8,32	8,04	6,36	18,81
Valencia	38,41	21,64	10,65	7,88	4,48	16,91
Avelino Ull	51,98	16,87	6,44	4,45	3,36	16,87
Los Sauces	50,01	20,34	6,31	3,63	3,82	15,86
<b>Promedio total</b>	<b>39,01</b>	<b>20,71</b>	<b>9,09</b>	<b>6,77</b>	<b>5,23</b>	<b>19,13</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos del Cuadro 24, se puede concluir que la basura de los usuarios domiciliarios del municipio de Popayán, en su mayor porcentaje esta compuesta de residuos orgánicos, teniendo en cuenta que para los estratos mas bajos la producción de los mismos es mayor y disminuye en los estratos medios y altos. En cuanto a la cantidad de los residuos, el segundo puesto lo ocupa el papel y el cartón, siendo su generación mas homogénea en todos los estratos. La generación de plásticos, vidrios y metales es muy similar para los estratos medios y altos, mostrando una relativa diferencia con los estratos mas bajos.

Se observa que la casilla de otros residuos arroja un porcentaje relativamente alto (19,13% de promedio), pero se debe tener muy claro que la generación de residuos para cada estrato es distinto, predominando las pilas en los estratos altos, los pañales, cueros y textiles en los estratos medios y los pañales, chatarra y escombros en los estratos bajos.



**Fotografía 1. Residuos colectados en el mes de marzo de 2.000**

**5.2.2 Preparación del pre-húmico por compostaje.** Después de recolectado y seleccionado el material orgánico proveniente de los R.S.U., se apilaron 656,4 kg del material (aproximadamente 0,5 m<sup>3</sup>).

En los Cuadros 25 y 26 se pueden observar las etapas del proceso de compostaje y algunas características del compost como temperatura, olor y color, entre otras.

**Cuadro 25. Etapas de procesamiento del compost, para la obtención del pre-húmico**

<b>Etapas del compost</b>	<b>Fecha(s)</b>	<b>Observaciones</b>
Tratamiento 1	1 de abril de 2000	100 cm <sup>3</sup> de Biomax / bomba de 20 L.
Humectación	3, 6, 9, 12 de abril de 2000	Se humecta con agua sin revolver el compost.
Volteo	16 de abril de 2000	No se compacto físicamente al voltearse.
Tratamiento 2	23 de abril de 2000	100 cm <sup>3</sup> de Bioagent / bomba de 20 L. El compost de revolvió a medida que se fumigaba.
Humectación	21, 26, 30 de abril de 2000	Se humecta con agua sin revolver el compost.
Empaque	5 de mayo de 2000	En costales de polipropileno..

Fuente: Elaboración propia.

El proceso total para la producción del pre-húmico duro 35 días, fecha en la cual se empaco el producto final en costales de polipropileno.

Vemos en el Cuadro 26 que la pila de compost sufre algunos cambios a lo largo de su proceso, siendo los mas importantes la emanación de gases con olores desagradables y la presencia de moscas e insectos en los primeros días del proceso. A medida que la

microfauna del suelo va degradando la materia orgánica, gracias al aporte del complejo enzimático (Biomax), la presencia de insectos y los malos olores se reducen y desaparecen antes de la mitad del proceso.

**Cuadro 26. Características generales del compost**

Días después de tratamiento 1	Características generales del compost					
	Temperatura		Olor	Color	Presencia de insectos	Presencia de hongos y actinomicetos
0 Tratamiento 1	15 °C	16°C	Fétido	Verdoso	Moscas y ácaros	No
	16°C	16°C				
2	15 °C	18°C	Fétido	Verdoso	Moscas y ácaros	No
	24°C	14°C				
5	15°C	20°C	Amoniactal	Verdoso	Acaros	No
	30°C	13°C				
8	33°C	45°C	Amoniactal	Café claro (Superficial)	-	No
	56°C	10°C				
11	42°C	58°C	Amoniactal	Café claro (superficial)	-	Poca presencia
	71°C	8°C				
15 Unico volteo	42°C	68°C	Amoniactal	Verdoso	-	Presencia media
	86°C	7°C				
20	41°C	67°C	Leve a amoniaco	Café claro	-	Presencia media
	79°C	7°C				
25	41°C	64°C	-	Café	-	Presencia alta
	66°C	59°C				
29 Tratamiento 2	19°C	31°C	-	Café oscuro	-	Presencia alta
	31°C	6°C				
34 Empaque	14°C	16°C	-	Café oscuro	-	Presencia alta
	19°C	14°C				

Fuente: Elaboración propia.

El cambio de temperatura es el otro factor importante en el proceso de degradación de la materia orgánica, ya que se alcanzan temperaturas superiores a los 80 ° C en la zona tres. La tendencia de temperaturas es a subir en los primeros días del proceso, mientras se esta

dando la degradación y luego disminuyen a medida que la comida se acaba para los microorganismos.

Otro aspecto para analizar es el cambio de color que sufre la pila, observándose colores verdes al inicio del proceso y en el volteo, llegando a un color café oscuro para el producto final. La presencia de hongos y actinomicetos se hace visible 11 días después de tratada la pila de compost, y a medida que transcurre el tiempo su colonización en mayor.

**5.2.2.1 Análisis del compost.** Según el análisis realizado por laboratorios Agri-lab de Bogotá (ver Anexo L), se observa un pre-húmico con unos contenidos nutricionales relativamente altos, teniendo en cuenta que es un producto obtenido por compostaje, al cual no se le han adicionado macro ni micro nutrientes.

Los porcentajes de **N-P-K** de **2,4% - 2,0% - 3,1%**, al igual que la presencia de micro elementos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y un pH de 7,0, hacen de este producto un pre-húmico que funcionaria eficazmente como un acondicionador del suelo, mejorando las condiciones físicas y químicas del mismo.

Por otro lado es interesante ver la presencia de bacterias benéficas como Nitrosomona sp., Nitrobacter sp. y Azotobacter chroococcum entre otras, al igual que un hongo entomopatogeno como Trichoderma harzianum, evidenciando esto una buena población de microorganismos en el producto final, y sobre todo garantizado parte del proceso del ciclo del nitrógeno en el suelo.

### 5.3 PRUEBA BAJO INVERNADERO: CUBETAS DEMOSTRATIVAS

**5.3.1 Viabilidad.** La viabilidad presentada por las semillas de frijol común (Phaseolus vulgaris), fue del 99,9%.

#### 5.3.2 Comparaciones entre tratamientos

**5.3.2.1 Comparación de sustratos.** El análisis de suelo inicial del sustrato y los que se realizaron al final de la prueba, se llevaron a cabo en los laboratorios de BIO EST E.U, en la ciudad de Bogotá, gracias al apoyo de Nicolás Estrada, Gerente general y propietario del mismo.

❖ **Análisis de suelo inicial.** Según los resultados entregados por el departamento de análisis de suelos de BIO EST E.U., las condiciones iniciales del sustrato fueron:

Nitrógeno (N): 2.1 %	Fósforo (P): 1.239 p.p.m.
Potasio (K): 0.75%	Magnesio (Mg): 32 p.p.m.
Azufre (S): 60 p.p.m.	Calcio (Ca): 24 meq/100 g suelo
pH: 5.0	I. catiónico: 90 meq/100 g suelo

❖ **Enmiendas agronómicas.** Para la siembra de frijol común (Phaseolus vulgaris,) se tiene estipulado utilizar 500 kg por hectárea de triple 15, o sea un abono químico a base de N,P,K, en concentraciones del 15% cada uno.

Por otra parte cuando se realizan cultivos 100% orgánicos la dosis de materia orgánica que se debe aplicar como abono es de 5.000 kg por hectárea.

Para las cubetas que se mejoraron con el pre-húmico (abono orgánico) obtenido por compostaje se aplicaron según sus medidas 23,4 g, en cambio para las tratadas con abono químico se aplicaron 2,34 g por cubeta, siguiendo las recomendaciones del ingeniero agrónomo Eduardo Roman.

**Análisis de suelo final.** Los siguientes son los resultados entregados por BIO EST E.U., para el análisis de suelo final de cada tratamiento.

- **Tratamiento control:**

Nitrógeno (N): 2,1 %	Fósforo (P): 1239 p.p.m.
Potasio (K): 0,75%	Magnesio (Mg): 32 p.p.m.
Azufre (S): 60 p.p.m.	Calcio (Ca): 24 meq/100 g suelo
pH: 5,0	I. catiónico: 90 meq/100 g suelo

- **Tratamiento con fertilización orgánica:**

Nitrógeno (N): 2,3 %	Fósforo (P): 1.470 p.p.m.
Potasio (K): 0,75%	Magnesio (Mg): 32,8 p.p.m.
Azufre (S): 60,6 p.p.m.	Calcio (Ca): 24,6 meq/100 g suelo
pH: 5,8	I. catiónico: 96,5 meq/100 g suelo

- **Tratamiento con fertilización química:**

Nitrógeno (N): 1,98 %	Fósforo (P): 1218 p.p.m.
Potasio (K): 0,78 %	Magnesio (Mg): 30 p.p.m.
Azufre (S): 55 p.p.m.	Calcio (Ca): 18 meq/100 g Suelo
pH: 5,0	I. catiónico: 88 meq/100 g Suelo

El sustrato inicial no presento diferencias considerables con el grupo control y el tratamiento dos (fert. orgánica), exceptuando el pH, el cual fue de 5,8 en el tratamiento dos. El tratamiento uno (fert. química), presenta algunos cambios que no son muy significativos.

**5.3.2.2 Análisis fisiológico.** En el Cuadro 27 se observa la respuesta fenológica del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), para cada uno de los tratamientos y el grupo control.

**Cuadro 27. Resultado promedio de los datos fenológicos de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), para dos tratamientos distintos y un grupo control, julio – agosto de 2.000**

Estadio fenológico	Tiempo en días (después de la siembra)		
	Tatamiento 1 (Fert. química)	Tratamiento 2 (Fert. orgánica)	Tratamiento 3 (Grupo control)
V <sub>0</sub> – Germinación	13 d.d.s. *	7 d.d.s.	8 d.d.s.
V <sub>1</sub> – Emergencia	17 d.d.s	10 d.d.s.	10 d.d.s.
V <sub>2</sub> – Hojas primarias	22 d.d.s.	12 d.d.s.	13 d.d.s.
V <sub>3</sub> – 1 <sup>a</sup> . hoja trifoliada	31 d.d.s.	18 d.d.s.	20 d.d.s.
V <sub>4</sub> – 3 <sup>a</sup> . hoja trifoliada	40 d.d.s.	24 d.d.s.	27 d.d.s.
R <sub>5</sub> – Pre-floración	-	34 d.d.s	52 d.d.s.
R <sub>6</sub> – Floración	-	43 d.d.s.	-
R <sub>7</sub> – Formación de vainas	-	60 d.d.s.	-

\* **d.d.s.:** Días después de la siembra.

Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento dos (fert. orgánica), fue el que mostró mejor respuesta a la aplicación de fertilizante, ya que más del 50% de la población de cada cubeta, llegó primero al siguiente estadio fenológico. El segundo puesto lo ocupó el grupo control, estando muy parejo con el tratamiento dos hasta la fase V<sub>4</sub>; este tratamiento solo llegó a la fase de pre-floración. El último puesto lo ocupó el tratamiento uno (fert. química), presentando una gran diferencia en su desarrollo fenológico con los demás tratamientos. Es de resaltar que aunque las plántulas del tratamiento uno fueron las que menos evolucionaron en su desarrollo fenológico, estas presentaron a lo largo de la prueba mayor coloración en sus tallos y hojas, y a la vez fueron las más robustas y vigorosas. Las plántulas del tratamiento tres o grupo control, aunque llegaron a V<sub>4</sub> antes que el tratamiento uno y evolucionaron hasta R<sub>5</sub>, se observaron siempre pálidas, flácidas y enfermizas.

La pregunta que se debe formular cualquier persona después de observar estos datos sería, ¿porqué el tratamiento que utilizó fertilizante orgánico mostró mayor desarrollo fenológico?. Esa pregunta no es fácil de contestar, la verdad sería necesario esperar a que las plantas culminaran todas sus etapas de desarrollo, para así saber como se ve afectada la productividad de las mismas al cambiar el sistema de fertilización.

Los valores obtenidos en las mediciones de crecimiento longitudinal, área foliar y peso seco (Cuadro 28), que muestran un mayor desarrollo de las plántulas tratadas con fertilizante orgánico, al igual que el promedio de los datos fenológicos de la prueba con el frijol, son claves y pueden ser estudiados más detenidamente si se quiere esclarecer la respuesta de los distintos tipos de fertilización sobre un cultivo.

**Cuadro 28. Promedios de crecimiento longitudinal, área foliar y peso seco, en frijol común (*Phaseolus vulgaris*), julio – agosto de 2.000**

Medición	Conteos	Tratamiento	Longitud (cm)	Area foliar (m <sup>2</sup> )	Peso seco (g)
1 (12 d.d.s.)	12	1. Fert. química	7,333	0,0028	0,028
1 (12 d.d.s.)	12	2. Fert. orgánica	25,125	0,0051	0,176
1 (12 d.d.s.)	12	3. Grupo control	19,083	0,0049	0,157
2 (60 d.d.s.)	12	1. Fert. química	18,166	0,0337	0,148
2 (60 d.d.s.)	12	2. Fert. orgánica	41,816	0,0120	0,63
2 (60 d.d.s.)	12	3. Grupo control	33,051	0,0084	0,524

Fuente: Elaboración propia.

## 5.4 PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA RESIDUOS

### SOLIDOS ORGANICOS URBANOS

**5.4.1 Propuesta 1.** La elaboración del compost empieza en casa. Cada persona debe separar correctamente la materia orgánica del resto de basura. Una buena separación en origen es la clave para una buena calidad del compost final.



**Figura 7. Selección en la fuente**

### **5.4.1.1 Fases del proyecto**

**5.4.1.1.1 Fase de diagnóstico.** La fase de diagnóstico permitirá establecer metas en la mitigación del problema ambiental, disminuyendo gradualmente la proporción de basuras que van al relleno sanitario, y su grado de impacto ambiental, modernizando la gestión de servicios públicos en el municipio de Popayán.

Es importante que siempre se realice diagnóstico de la problemática y se tomen medidas correctivas de acuerdo a las tendencias que la investigación de campo y laboratorio arroje.

Su apoyo básico, será el sector educativo a nivel universitario o tecnológico, lo mismo que los bachilleres y brigadas ecológicas, sin dejar a un lado a la comunidad que son los verdaderamente afectados e interesados. El manejo y procesamiento de estadísticas será también decisivo en esta fase del proyecto.

#### **5.4.1.1.2 Fase de diseño e implementación del programa de manejo de R.S.U. en el municipio de Popayán.**

Teniendo como base la información actual y la obtenida en el levantamiento territorial, es posible entrar en la fase de diseño y montaje de la operación.

Para el desarrollo de esta etapa del proyecto se cuenta con una información básica muy amplia, conceptos actualizados, lo mismo que con una trayectoria en operaciones de producción de abonos orgánicos a partir de diversos tipos de sustratos, incluyendo basuras ciudadanas. En pocos meses la planta estaría en plena producción.

Aplicando los conceptos desarrollados en las secciones precedentes, es fácil concluir que esta propuesta para el municipio de Popayán no es otra que avanzar en la mitigación

gradual pero técnica de la problemática ambiental que sus basuras generan. Para esto se requiere del montaje de una empresa especializada, lo que implica inversión y generación de recursos en la zona y que sea capaz de irse modernizando y liderando en el aprovechamiento de los recursos reciclables.

La propuesta es constituir una empresa local que realice la gestión de recolección, beneficio y disposición de las basuras del municipio de Popayán, con un esquema corporativo mixto o de régimen privado; sería ideal el sistema mixto para aprovechar los equipos recolectores del municipio. Dicha firma montaría una planta de tratamiento de basuras para el reciclaje de no biodegradables y la fabricación de abonos orgánicos bioestabilizados.

**5.4.1.1.3 Fase operativa.** Siempre apoyándose en la información de campo, se tendrá especial cuidado en la formulación de humus de calidad y en el reciclaje tecnificado de no biodegradables. Estableciendo metas de avance en la disminución de cantidades al vertido controlado.

Esta operación tendrá presencia mínima de moscas y malos olores, implementando las prácticas de control biológico y manejo integrado de plagas, con entomopatógenos y parasitoides.

**5.4.1.2 Descripción del proyecto.** El municipio de Popayán, cuenta en la actualidad con unos 45.895 usuarios entre residenciales y no residenciales, con predominio de los estratos dos y tres, seguidos de los estratos cuatro y uno principalmente. Sus habitantes, como es

lógico, buscan mejores servicios públicos a menores costos. El generar un sistema más eficiente de manejo y beneficio de las basuras, va a contribuir necesariamente en el cumplimiento de esta expectativa.

En Popayán se recolectan un promedio de 120 ton diarias de R.S.U. De este vertido controlado podemos suponer según lo arrojado por la investigación que un 39.01 % de estos desechos son materiales orgánicos domiciliarios, sin contar con los desechos orgánicos de las galerías, lo que nos da un potencial de 40 ton de desechos orgánicos diarios mínimo. No hay información disponible de vertido incontrolado.

Estos volúmenes requieren una capacidad de procesamiento entonces de 1.000 a 1.300 ton de compost mensuales, lo que significa una planta de tamaño considerable: 3.500 m<sup>2</sup> de terreno serían suficientes. Para la implementación del programa se hace necesario establecer un cronograma de actividades que pueda comenzar a canalizar materia orgánica del matadero y plaza de mercado. Lo mismo que con las campañas educativas.

**5.4.1.3 Infraestructura y procesos.** La planta de procesamiento de R.S.U. en Popayán, debe llegar a una meta de 70 – 80% de absorción de la carga de R.S.U., para el caso de Popayán esto es unas 1.000 ton mensuales de basuras. Los materiales que no cumplan normas para poder ser procesados deberán adecuarse y compactarse para vertido controlado, bien sea dentro de la planta o si no en el relleno sanitario del municipio. El cálculo de 2,633 kg de residuos promedio por usuario domiciliario nos precisará la participación de las diferentes categorías de residuos, las medidas correctivas y manejo. Lo

que si está claro es que tenemos unas 1.000 ton de biodegradables, lo que equivale a aproximadamente 600 ton de abono orgánico.

La primera etapa del proyecto se llevaría acabo con las galerías y mataderos, con los cuales se puede comenzar la producción tan pronto se disponga de los equipos que mas adelante se mencionan. El paso siguiente sería la recolección de las basuras y desechos domiciliarios de los cuales una proporción ascendente vendrá seleccionada en la fuente o de fácil adecuación para el reciclaje. Esto requiere de un programa fuerte – sólido en educación ambiental, y depende 100% de la conciencia ciudadana y de las campañas que se realicen para lograrlo. El material que no reúna estas especificaciones como se mencionó anteriormente deberá ser acondicionado y depositado en vertido controlado.

El paso siguiente será el procesamiento de los residuos con una picadora, recomendándose para grandes operaciones la adquisición de una máquina compostadora (Fotografía 2), la cual selecciona y es mucho más eficiente, presentando como inconvenientes su alto costo y desplazamiento de la mano de obra.



**Fotografía 2. Máquina compostadora**

En términos generales el compostaje es un proceso simple, donde la utilización de microorganismos y agentes bioquímicos no contaminantes facilita la consecución del mejor humus. La organización, normalización de procesos, aplicación de enmiendas en las cantidades y en momentos justos nos permiten acceder a las mejores calidades de producto final, con las especificaciones que nos den las necesidades del mercado.

En la Fotografía 3 se observa un modelo de picadora y cilindro de selección de residuos, los cuales podrían construirse para mejorar el proceso de producción del compost.



**Fotografía 3. Areas de recepción, picado y selección de residuos de la Planta de compostaje Ciudad Limpia, de Barcelona**

**5.4.1.4 Proceso de producción.** El proceso de compostaje aeróbico dirigido es el método más eficaz para la transformación de desechos orgánicos en pre-húmicos, como lo vimos en el capítulo dos numeral 2.5. Las partes del proceso son:

**5.4.1.4.1 Recolección de materia prima:** se recibirán los desechos de las plazas de mercado, mataderos y los desechos domiciliarios en la segunda etapa. Lo ideal para la producción de pre-húmicos sería que los desechos viniesen libres de material no biodegradable, para lo cual es de vital importancia la selección en la fuente.

**5.4.1.4.2 Acondicionamiento:** Los residuos pasarán primero por el área de selección, donde se hará la primera separación de los no biodegradables. El material resultante será picado y humectado; se deben tomar muestras aleatorias del material para análisis bioquímico, se aplicarán complejos de nutrientes enzimas, proteínas, vitaminas y microorganismos (BIOMAX y BIOAGENT). Destaquemos que el Biomax es un producto que ha sido obtenido desde la selección de cepas microbiales benéficas, durante muchos años. Luego a estas cepas se les determinaran las condiciones óptimas para su desarrollo, llegando a un sistema de fermentación sucesiva que permite la obtención de sustancias bioquímicas (metabolitos) necesarias para la transformación de la materia orgánica y estimulantes de la actividad microbial propia de la humificación de estas materias. Bioagent en cambio, es una mezcla de cepas bacterianas, las cuales ayudaran a aumentar la microfauna del compost cuando esté en proceso de enfriamiento.

**5.4.1.4.3 Apilado:** Se apila el material utilizando formaletas de madera, dando como resultado pilas de dos metros de alto por dos metros de ancho, en esta parte del proceso también se retiran manualmente los no biodegradables que hayan pasado; el largo de las pilas puede variar. Las pilas podrían ser hechas inmediatamente después del acondicionamiento. En esta parte del proceso se monitorean las temperaturas y las

condiciones generales de evolución del compost. La humedad ideal en el compost es del 50%. Antes de iniciar el único volteo se toman muestras al azar para análisis de laboratorio.

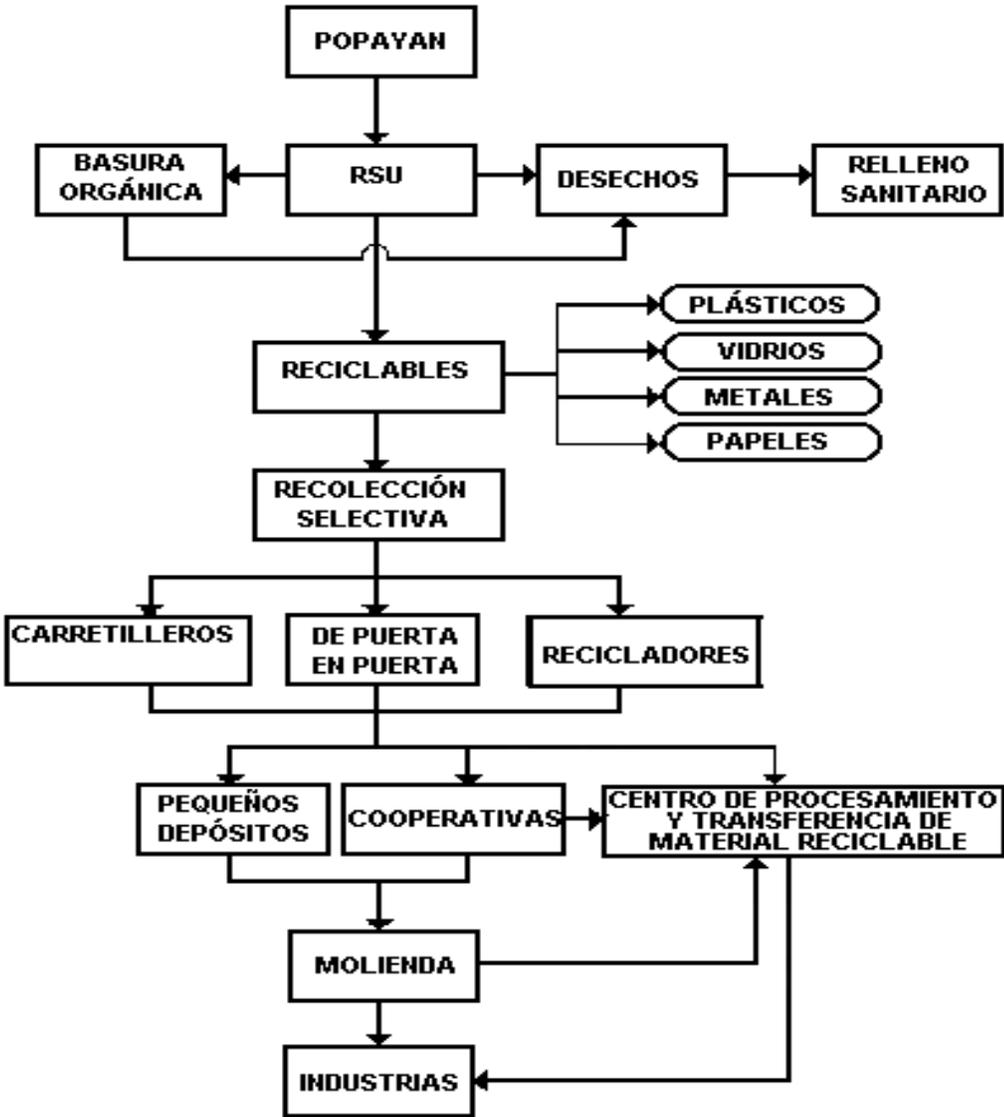
**5.4.1.4.4 Volteo:** Con el fin de homogeneizar y mejorar las condiciones aeróbicas del compost se hace una nueva pila, volteando la existente. Se requieren trinchos, palas y formaletas. Este proceso puede ser hecho en forma totalmente manual o semimecanizada, esta última es la ideal, pues la máquina puede ser propulsada por el mismo motor de la picadora, o ser inclusive la misma máquina. En esta parte del proceso se suministran nuevamente aditivos para seguir acondicionando el material, esto con base en los análisis de laboratorio. Debe regarse constantemente cada dos o tres días con mangueras o aspersores.

Culminado el proceso productivo en alrededor de 30 días, el paso siguiente será el empaque del material obtenido, presupuestando que por lo menos el 50% del volumen inicial se habrá degradado en el proceso, o sea estamos hablando de 500 ton de pre-húmico aproximadamente.

**5.4.1.4.5 Empaque:** Se llenan, pesan y sellan los diferentes tipos de empaques según desarrollo técnico y mercadeo, debe hacerse la última selección del material o zarandeo del mismo antes de empacar. El producto final deberá reunir ciertas condiciones de humedad y no debe presentar mal olor. Se requiere de báscula o romana, una cosedora de sacos y una selladora electrónica de bolsas.

**5.4.1.4.6 Almacenamiento y distribución:** Para el bodegaje se pueden utilizar plásticos cubriendo los sacos, este producto no es perecedero, no tendrá malos olores o problemas sanitarios. Se puede construir una ramada simple.

**5.4.1.5 Diagrama del proceso.** En el siguiente diagrama de flujo se ilustra como serian los procesos y el funcionamiento de la empresa.



#### 5.4.1.6 Inversiones planta y equipos

**Cuadro 29. Materiales y equipos necesarios para realizar el proyecto**

<b>Descripción</b>	<b>Valor aproximado</b>
<b>Administración</b>	
Equipo de computación	\$ 3,000,000
Muebles y enseres	\$ 3,000,000
Papelería	\$ 1,000,000
Telecomunicaciones	\$ 1,500,000
Implementos de aseo y otros	\$ 500,000
Imprevistos	\$ 1,000,000
<i>Subtotal administración</i>	<i>\$ 10,000,000</i>
<b>Transporte</b>	
Volqueta	\$ 40,000,000
Campero	\$ 15,000,000
Zorra	\$ 1,500,000
<i>Subtotal transportes</i>	<i>\$ 16,500,000</i>
<b>Planta de procesamiento</b>	
Terreno	\$ 15,000,000
Oficinas	\$ 5,000,000
Ramadas	\$ 5,000,000
Picadora	\$ 7,500,000
Compactadora	\$ 8,000,000
Cosedora de sacos	\$ 1,000,000
Fumigadora eléctrica	\$ 1,258,000
Fumigadora de espalda	\$ 128,000
Bascula	\$ 356,000
Formaletas 2x2 y respiraderos	\$ 1,500,000
Palas, trinchos, etc.	\$ 650,000
Equipos de seguridad	\$ 320,000
Gato montacargas	\$ 2,000,000
Termómetros de vulvo (3)	\$ 398,000
Potenciometro – conductimetro	\$ 485,000
Adecuación y sistema de drenaje, lixiviados	\$ 3,200,000
Motobomba	\$ 1,890,000
Zarandas	\$ 150,000
Fosas para no biodegradables reciclables	\$ 1,000,000
<i>Subtotal planta de procesamiento</i>	<i>\$ 54,835,000</i>
<b>Total inversiones planta y equipos</b>	<b>\$ 121,335,000</b>

Fuente: Elaboración propia

**5.4.1.7 Recurso humano.** Para llevar a cabo este proyecto se debe pensar en la creación de una nueva empresa, que sea absolutamente responsable del manejo de los R.S.U. del municipio de Popayán.

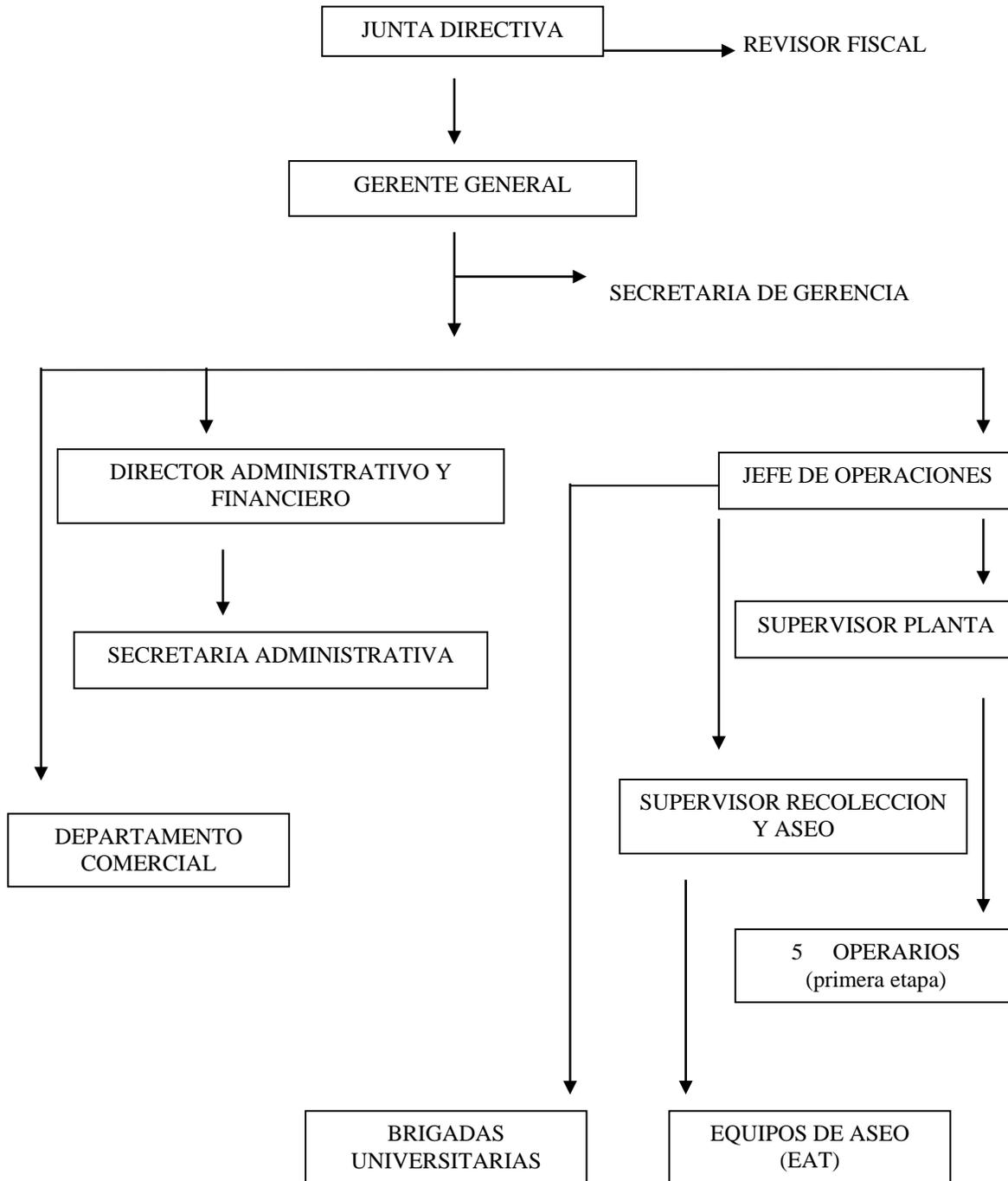
Para Popayán sería conveniente una sociedad de tipo mixto, la cual reciba los beneficios del ente público, tanto económicos como de infraestructura y equipos y de la sociedad privada básicamente en capital de trabajo y personal altamente capacitado para realizar las labores.

**Cuadro 30. Recurso humano – escalafón y nivel salarial**

<b>Ind. ref.</b>	<b>Cargo</b>	<b>Salario</b>
G.G.	Gerente general	\$ 1,200,000
G.G.-S	Secretaria de gerencia y recepción	\$ 350,000
AD	Director administrativo y financiero	\$ 1,000,000
AD-S	Secretaria administrativa y disposición	\$ 350,000
RF	Revisor fiscal	\$ 600,000
OP-1	Jefe de operaciones	\$ 1,000,000
OP- 1.1	Supervisor de recolección y aseo	\$ 400,000
	Equipos de recolección - contratos eat	-
OP-2	Supervisor planta de producción	\$ 400,000
OP-2.1	Operario planta	\$ 300,000
OP-2.2	Operario planta	\$ 300,000
OP-2.3	Operario planta	\$ 300,000
OP-2.4	Operario planta	\$ 300,000
OP-2.5	Operario planta	\$ 300,000
	<b>Total</b>	<b>\$ 6,800,000</b>
	<i>Total administración</i>	<i>\$ 3,500,000</i>
	<i>Total producción</i>	<i>\$ 3,300,000</i>

**Nota:** Personal mínimo para la primera etapa, o sea para el manejo de los residuos biodegradables del matadero y de las 5 galerías.

### 5.4.1.7.1 Organigrama



**5.4.2 Propuesta 2.** Con la participación de la comunidad, la Universidad del Cauca y un equipo consultor, la estrategia de motivación a la comunidad para una verdadera solución al problema de R.S.U. debe girar en torno al marco educacional, lo que ayudará a involucrar otros municipios al proyecto o proyectos similares.

#### **5.4.2.1 Montaje de módulos de entrenamiento**

##### **5.4.2.1.1 Temas de capacitación:**

- Efectos ambientales de los R.S.U. sobre cada uno de los componentes ambientales:
  - Aire.
  - Antrópico.
  - Paisajístico.
  - Hídrico.
  - Suelo.
  - Florístico.
  - Faunístico.
- Selección en la fuente:
  - Hábitos de consumo.
  - Ecología – comunidad.

##### **5.4.2.1.2 Ayudas audiovisuales:** Diapositivas – Sonoviso – Vídeo – Cartillas - Boletines.

Para esta etapa del proyecto es muy importante contar con el apoyo de la radio, la prensa y la televisión.

Los módulos serán elaborados por temas a 3 niveles:

\* UNIVERSITARIOS.

\* BACHILLERES.

\* COMUNITARIO (adultos – infantil).

**5.4.2.2 Implementación de los módulos.** Realización de talleres teórico – prácticos en comunidades, colegios, etc., aplicando la capacidad tanto inductiva como deductiva de los participantes.

Temas:

- Tipos y clasificación de los residuos.
- Selección en la fuente.
- Hábitos de consumo.

**5.4.2.3 BUMP. (Brigadas universitarias de manejo de basuras).** Con los módulos propuestos, capacitando la comunidad universitaria y con la implementación de trabajo de campo, se mejorara la capacidad investigativa de la universidad mediante las brigadas ecológicas.

Por su lado la universidad tendrá módulos de capacitación, entrenamiento y generación de una cultura universitaria en relación al problema ecológico de los residuos sólidos municipales.

Hay campo para la investigación, la ingeniería aplicada, la práctica, la transferencia de tecnología, la microenseñanza, etc.

La implementación de los modelos educativos son relativamente de fácil montaje con la experiencia que se tiene y el mismo apoyo de la universidad.

**5.4.3 Propuesta 3.** Otra alternativa de gestión que se presenta es la realización de un proyecto, donde trabajando conjuntamente Planeación municipal, la Universidad del Cauca y Bioenlace 21 S.A., con grupos de mujeres de base, ubicadas en las zonas periféricas de la ciudad, de estratos socioeconómicos uno y dos y de zonas rurales, en los cuales persisten problemas de no satisfacción de necesidades humanas básicas y de deficiencias en la prestación de servicios públicos y sociales, se pueda mejorar la calidad de vida.

#### **5.4.3.1 Objetivos del proyecto**

- Desarrollar las zonas verdes productivas urbanas y aprovechar los desechos orgánicos a través del aumento de las huertas autogestionadas, al aumento de los productos y áreas dedicadas a los cultivos, la apropiación de nuevos conocimientos por los grupos comunitarios y el compostaje de la fracción orgánica de los desechos.
- Mejorar y fortalecer la formación y capacidad de organización de los grupos de mujeres que contribuyen en la gestión ambiental y asesorarlas en la formulación de proyectos ambientales, relacionados con la gestión de los desechos y la agroecología.
- Propiciar los intercambios entre grupos comunitarios y el fortalecimiento de las redes de actores involucrados en la temática ambiental.

#### **5.4.3.2 Recursos para ejecutar el proyecto**

❖ **Recursos humanos:**

1 coordinador, 1 agrónomo, 1 promotor, 1 secretaria.

❖ **Otros recursos:**

Talleres, materiales pedagógicos, encuentros distritales, foros sobre medio ambiente, intercambios nacionales, herramientas varias.

#### **5.4.3.3 Resultados esperados**

- Mejoramiento de las prácticas favorables a la gestión ambiental por parte de los grupos de mujeres y de los participantes en general.
- Fortalecimiento de los intercambios de experiencias sobre medio ambiente urbano, en particular en la consolidación de las zonas verdes productivas, en el procesamiento de la fracción orgánica de los desechos, haciendo énfasis en la educación ambiental de los niños y jóvenes en los barrios.
- Creación de vínculos directos entre actores populares que tienen prácticas similares y no se han puesto aún en relación mutua.

- Aumento de la capacidad de propuesta, de negociación y concertación de los actores sociales, en particular de las mujeres, involucrados en proyectos ambientales locales a nivel municipal.
- Participación de las mujeres que se formaron en las etapas anteriores, para acompañar y enseñar a manejar los cultivos orgánicos y el compostaje a aquellas mujeres que participan en nuevas experiencias.
- Mejoramiento de la calidad de la producción agroecológica, la cual, además de su rol pedagógico y de producción de hortalizas, podría evolucionar en un futuro hacia la producción de árboles nativos, para contribuir a la reforestación del barrio, de la comuna y del municipio.
- Validación de los procesos de participación comunitaria y de gestión social, en las cuales las instituciones no deciden solas, sino que consultan, aprenden, tienen en cuenta y socializan los saberes comunes.
- En la dinámica comunitaria, las instituciones aprenden a planificar teniendo en cuenta las realidades comunitarias y no únicamente en base decisiones de escritorio.

**5.4.4 Propuesta 4.** El primer paso sería la construcción de una Planta de Transferencia de R.S.U., que es una instalación industrial limpia donde los R.S.U. de varios municipios se compactan para reducir su volumen y facilitar su traslado, de forma inmediata, a los vertederos controlados o a los centros de tratamiento y reciclaje.

En la actualidad las plantas que existen de este tipo no ocupan mas de 6.000 m<sup>2</sup> y deben instalarse en el centro geográfico de los municipios que van a depender de ellas, y en un enclave que posea óptimos accesos de comunicación con el resto de municipios de la zona.

El proceso que siguen los R.S.U. en estas plantas de transferencia es muy sencillo, radica básicamente en descargar en tolvas los residuos y prensarlos en los contenedores, herméticamente cerrados, para su transporte inmediato al vertedero controlado o a la planta de reciclaje, como se observa en la Figura 8.

**Figura 8. Proceso de transferencia de R.S.U.**



Fuente: <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/trabajos/rsu2/Inci.htm>

Los residuos son evacuados, una vez compactados, siempre durante el mismo día de su recepción hasta el vertedero controlado o la planta de reciclaje, siendo la estancia máxima aproximada de las basuras en la planta de 12 horas.

Es muy importante tener en cuenta que las plantas de transferencia acogerán exclusivamente residuos provenientes de la recogida domiciliaria de nuestras calles y en ningún caso pasarán:

- Residuos hospitalarios.
- Residuos industriales o químicos.
- Materiales inflamables, radiactivos o explosivos.
- Escombros, barros, lodos, piedras, arenas, cenizas, escorias y minerales.
- Residuos voluminosos no recogidos junto a la basura doméstica.

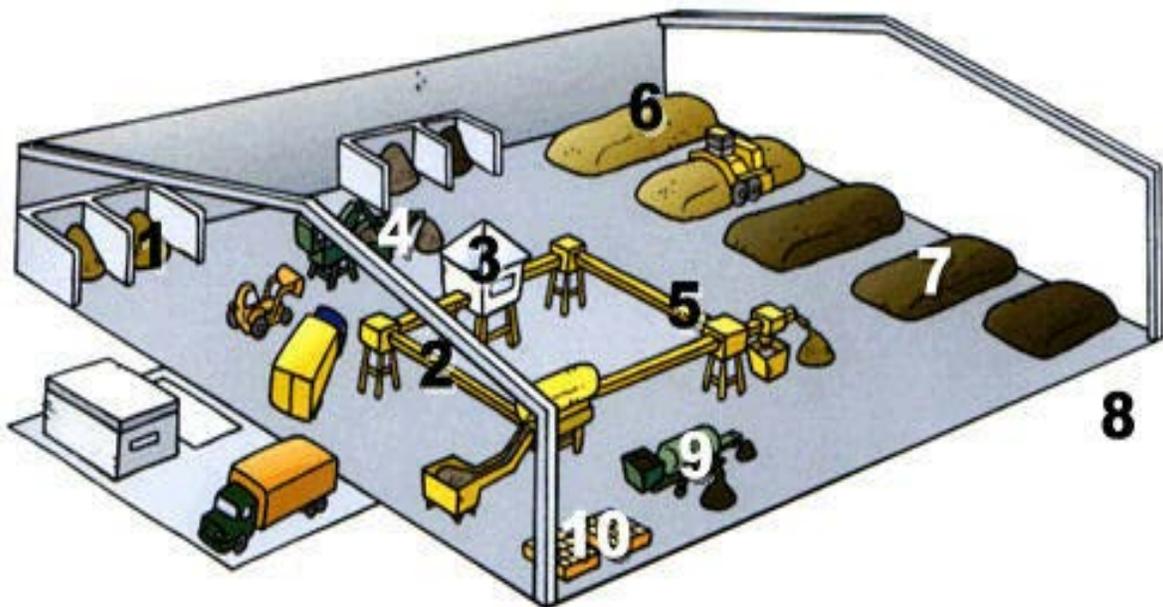
Estas son algunas de las ventajas de una planta de transferencia de residuos y el porque no presentan molestias para los vecinos del sector:

- La planta de transferencia no es un vertedero.
- Los residuos están "de paso", no tienen tiempo de fermentarse y, por tanto, no desprenden olores.
- Las basuras están en todo momento en contenedores herméticos.
- Al no haber basura al aire libre se descarta la aparición de roedores.
- El lugar donde se construirá la planta deberá estar completamente separado del pueblo.

- No existe contaminación ambiental del entorno ni de sus aguas subterráneas.
- Favorece el reciclaje.
- Alarga la vida de los vertederos controlados.
- Abarata los costos de la recogida de residuos, lo que supone un importante ahorro para todos los ciudadanos.

La segunda parte de esta propuesta plantea el montaje de plantas de reciclaje y compostaje, al igual que el mejoramiento de los rellenos sanitarios ya existentes, dado que con la disminución en el volumen de los residuos el trabajo sería más eficaz.

Como propuesta de una planta moderna de compostaje veamos la de Baix Camp (Botarell) en España (Figura 9).



**Figura 9. Planta de compostaje de residuos municipales del Baix Camp (Botarell)**

- **Preparación previa**

1. Recepción de la fracción orgánica de la basura. La fracción orgánica procedente de la recogida selectiva se tamiza para eliminar las pocas impurezas que aún contenga.

2. Trommel. Máquina con una gran criba cilíndrica que rueda y separa la materia orgánica del desecho basto.

3. Cabina de selección manual. Los desechos pasan por un último control que se realiza manualmente. Después, un electroimán elimina los residuos metálicos que pueda haber.

4. Recepción de la fracción vegetal y trituración. Residuos vegetales procedentes de la jardinería, la limpieza de bosques o la desecharía municipal son triturados.

5. Mezcla y homogeneización. Se mezclan las dos fracciones en las proporciones siguientes: 65-75% de la fracción orgánica sin impurezas y 25-35 % de la fracción vegetal triturada. La mezcla resultante se somete a un proceso de compostaje.

- **Proceso de compostaje**

6. Disposición en pilas. La mezcla se dispone con una pala mecánica formando pilas, dentro de un cobertizo sin paredes y encima de un pavimento adecuado para la recogida de lixiviados.

7. Volteado de las pilas y control de las condiciones ambientales del proceso. Para que los microorganismos puedan descomponer adecuadamente la materia orgánica, hay que mantener las condiciones de humedad y temperatura adecuadas y la concentración de oxígeno suficiente. La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue removiendo totalmente las pilas con una máquina volteadora.

8. Recogida de los lixiviados y de las aguas pluviales. Los líquidos que desprenden las pilas objeto de compostaje, conocidos como lixiviados se recogen y sirven para continuar regando las pilas. Toda la superficie de la planta está pavimentada de manera que las aguas pluviales puedan ser recogidas y aprovechadas para el riego del compost.

9. Cribado del compost maduro. Al cabo de 12-14 semanas, el compost, ya maduro, se criba para obtener un material final homogéneo y fino. El desecho vegetal que pueda quedar se retorna al principio del proceso.

10. Compost. Finalmente, se obtiene un compost maduro y estable que puede ser comercializado como abono o corrector de suelos.

- **Inversión**

Aportaciones de la Junta de Residuos      637.000.000 PTA

Aportaciones del Consejo Comarcal  
del Baix Camp vía FEDER                      200.000.000 PTA

---

Inversión total                                      **837.000.000 PTA**

Para la producción del compost la formulación es: 100 kg de materia orgánica + 15 kg fracción vegetal = 5 kg de impurezas + 60 kg de compost.

Generación de fracción orgánica (año 1996):

En Cataluña 1.299.327 ton/año

En el Baix Camp 27.464 ton/año

Capacidad de tratamiento de la planta (Fracción orgánica de residuos municipales)

Después del primer año y medio 30.715 ton/año

Durante el primer año y medio 9.054 ton/año

## 6. CONCLUSIONES

- Es necesario despertar en nuestro departamento como en todo el país el interés consecuente por una gestión integrada y sostenible de los residuos sólidos, involucrando armónicamente todas las actividades que le son propias: aseo urbano, la recuperación y el reciclaje, la educación y participación ciudadana. Para este propósito es necesario promover el diseño y ejecución de las políticas favorables a la gestión integrada de los desechos sólidos, de la que deben formar parte relevante microempresas y cooperativas.
- Con los resultados obtenidos de esta investigación se pretende contribuir al desarrollo de alternativas en la gestión de los desechos sólidos partiendo de una concepción de manejo integral acorde a estrategias de desarrollo sostenible. Además, facilitar la información que contribuya en los ajustes de las políticas nacionales, locales y sectoriales que promuevan la creación, capacitación, asistencia técnica y financiera de microempresas en la gestión de residuos sólidos y su funcionamiento en la región.
- Los residuos sólidos influyen en el deterioro y degradación del ambiente, limitando el posible uso de los recursos naturales. Entre los principales impactos, se encuentra la generación de ruido, polvo, malos olores y humo, contaminación de aguas superficiales y subterráneas e inutilización de recursos naturales.

- Al no existir un compromiso por parte de la comunidad con los proyectos e inversiones o con las soluciones adoptadas, se malgastan recursos porque no existen controles ni supervisión efectiva sobre la conducta de los gobiernos locales. La ausencia de programas de capacitación y formación de líderes comunitarios impide garantizar la participación social efectiva y canalizar una coordinación concertada entre la alcaldía y las diferentes organizaciones existentes.
- La falta de información en cantidad y calidad adecuada y la marginación de la participación comunitaria determinan que no se identifique el manejo de los residuos sólidos como prioridad. Otra causa relevante es la falta de recurso humano capacitado, pues impide seleccionar la tecnología, estimar los recursos financieros del sector, elaborar los estudios de preinversión y promover la coordinación interinstitucional.
- En el municipio de Popayán se produce una gran cantidad de residuos, y aunque existen sistemas de recolección y tratamiento de estos, su manejo no es el adecuado. A menudo en los barrios mas pobres existen vertederos a cielo abierto.
- En el municipio de Popayán y en si en todo el Cauca, el manejo de residuos sólidos no esta muy desarrollado. Existen ideas sobre cómo podría ser el tratamiento de residuos; pero no hay suficiente dinero para realizar sistemas de reciclaje y de tratamiento.

- El manejo de residuos tiene que ser una tarea de corresponsabilidad entre quienes generan desperdicio y el consumidor final, como el caso del sector industrial, donde se deberían hacer acuerdos de responsabilidad en el ciclo de los productos.
- Lo que para una fábrica es desecho, para otra es materia prima, y de este modo, lo que puede irse directo a la basura pasa a convertirse en algo útil, obteniéndose un proceso rentable del reciclamiento.
- Al reciclar la basura se aminora el desperdicio para los rellenos sanitarios, cuya vida promedio es de siete años, dependiendo del manejo, diseño y capacidad instalada de los mismos.
- Los tiraderos de basura a cielo abierto no cuentan con una capa protectora en su fondo, por lo que ahí es donde comienzan los problemas de contaminación al filtrarse sustancias nocivas o tóxicas en los mantos de aguas subterráneas.
- Según los datos arrojados por la cuantificación de los R.S.U. en cada barrio muestreado, se puede ver que el promedio de basuras por usuario domiciliario es de 2,633 kg cada recolección, ósea cada dos días.

## 7. RECOMENDACIONES

➤ La siguiente sería la recomendación para el municipio de Popayán de una reglamentación y una cultura que fomente o propicie el desarrollo de un modelo avanzado de gestión de residuos. Se basa en tres principios:

1. Los residuos deben evitarse.
2. Los residuos inevitables deben aprovecharse.
3. Los residuos no aprovechables deben tratarse de manera ambientalmente correcta.

Estos principios se están aplicando en algunos países de Europa con la recogida selectiva. Se empezó con el vidrio y se ha continuado con otras fracciones. De todos modos, el paso clave es la recogida selectiva de la materia orgánica. En todos estos casos, con la colaboración de los ciudadanos, se separan en origen los residuos, se recogen selectivamente y se tratan de manera que generamos unos nuevos materiales de interés económico: vidrio, papel, aceite, compost, etc. De esta forma reducimos la presión sobre el territorio y sus recursos, aprovechamos mejor las materias primas disponibles o importadas, expandimos un nuevo sector de actividad económica y disminuimos la emisión global de contaminantes, entre otras. En definitiva, introducimos en forma práctica la dimensión ambiental en el municipio, y contribuimos a su modernización.

➤ A continuación se plantean algunas iniciativas y sugerencias para disminuir la problemática ambiental causada por el mal manejo de los R.S.U.:

- a) *Reducir la cantidad de residuos sólidos urbanos*, Para ello: Se deben realizar actividades educativas desde la infancia que muestren el gran impacto medioambiental que produce nuestra basura y la importancia del reciclado para la naturaleza. La campaña educativa debería estar dirigida a toda la sociedad en general, explicando el problema medioambiental y económico que significa la basura para la sociedad, cómo reducir nuestra cantidad de desperdicios, cómo reciclar y las ventajas medioambientales que esto supone; dictar una serie de orientaciones dirigidas a la juventud (no desperdiciar papel, no tirar basura a la calle, etc.), a las amas de casa (qué se debe comprar para respetar el medioambiente y qué no) y al resto de la población en general (llevar los papeles, pilas, botellas y plásticos, a sus respectivos contenedores, etc.). Impulsar los proyectos educativos escolares que fomenten comportamientos diferentes con relación al manejo de los R.S.U.

Por otro lado organizar campañas periódicas (coincidiendo con las épocas de mayor consumo: Navidad, ferias locales, etc.) con la difusión de folletos, murales, cuñas radiofónicas y avisos televisivos, concursos en centros escolares, conferencias a través de organizaciones ciudadanas y asociaciones de barrio.

El secreto está en reducir la cantidad de basura antes de tirarla y antes de comprarla: no es conveniente comprar productos excesiva e inútilmente empaquetados, El 40% de las basuras son envoltorios.

Se deben emplear envases grandes en vez de pequeñas unidades individuales y evitar en lo posible los objetos de usar y tirar: servilletas de papel, platos de plástico (el costo energético global es mucho mayor que el de un objeto duradero, además de la cantidad de basura que supone).

Por ejemplo comprar muchos envoltorios supone pagar por adquirirlos y por hacer que otros se deshagan de ellos. Sólo con reducir a la mitad el papel usado en los envases se salvarían 60 millones de árboles al año.

b) *Selección de residuos:* Se debe implantar, para todo tipo de basuras y a corto plazo, la recogida selectiva dotando a la ciudad de más puntos de recogida (quizá contenedores menos voluminosos y más números) para evitar los casi siempre largos y pesados paseos que provocan que la gente arroje su basura en cualquier sitio. Para que la selección sea efectiva, los contenedores deben estar situados en lugares estratégicos, allí donde se produzcan los distintos tipos de desechos, no siempre en las zonas periféricas de las ciudades, por ejemplo se podrían ubicar pequeños contenedores para vidrio en el interior de lugares tales como bares, restaurantes, discotecas o utilizar los contenedores de basura heterogénea como contenedores selectivos, sin necesidad de reemplazarlos, mediante un simple letrero o distintivo.

c) Se podrían crear puntos verdes agrupando contenedores para la recogida de cada uno de los diferentes materiales a reciclar en un mismo sitio evitando así desplazamientos inútiles y trabajosos.

d) Quizá el reciclado sea la curación del problema que produce la basura, pero la solución más eficaz es la prevención; ésta depende en buena medida de la población en general, y de su canasta de compra.

➤ Algunos consejos a la hora de hacer una compra serían:

- Utilizar papel reciclado: contribuye, en buena medida a conservar los bosques que, junto con el mar, constituyen el auténtico pulmón del planeta. *Una alternativa al papel:* el algapapel (utiliza como materia prima algas cultivadas en vez de, árboles).
  
- Usar siempre las mismas bolsas en los supermercados.
  
- Buscar artículos con envases reciclables (vidrio, papel, cartón, acero, etc.) o retornables: bolsas de papel en vez de plástico, hueveras de cartón.
  
- Rechazar productos muy empaquetados, especialmente con materiales no biodegradables.
  
- Utilizar alimentos envueltos en papel parafinado.
  
- Utilizar cosméticos y productos para la limpieza del hogar que, vengan en recipientes reempacables.

- Dejar en el supermercado los envases que sobran. Esta política ha dado buenos resultados en países de Europa, como Alemania.
- Una medida gubernamental consistiría en extender a todos los productos el distintivo que identificara a los productos no sólo como reciclables, sino también como ecológicos y prohibir las botellas no retornables.
- Otra recomendación sería que las autoridades municipales apoyaran e incentivaran a la comunidad para que se formaran pequeñas empresas y cooperativas de gestión de residuos, con el fin de apersonar más a la comunidad para que solucionen sus falencias en el manejo de los residuos.
- Mucha controversia se ha creado actualmente en nuestro país cuando se establecen comparaciones entre el modelo municipal convencional de limpieza pública vs. la empresa privada. En general, son cada vez menos los defensores de un sistema de aseo municipal, caracterizado por permanentes déficits, elevados costos operativos, baja cobertura, poca motivación del personal y una creciente insatisfacción de los usuarios. Los partidarios de la privatización, sin embargo, no poseen enfoques homogéneos. Al contrario, podemos distinguir dos posiciones fundamentales: en primer término, el "enfoque tradicional" que defiende el rol predominante de la gran empresa (en la que es común encontrar la participación de inversión extranjera), apelando a criterios de productividad, tecnología sofisticada y economía de escala. Por otra parte, son cada vez más quienes defienden un sistema "alternativo" de privatización basado en micro y

pequeñas empresas y cooperativas de gestión de residuos sólidos argumentando a su favor: el uso intensivo de mano de obra (y por lo tanto, la generación de empleo), la utilización de tecnologías apropiadas (y por ende, bajos costos operativos al alcance de los más pobres), participación comunitaria y formas democráticas de propiedad.

## BIBLIOGRAFIA

CORPES DE OCCIDENTE. Informe sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente del occidente Colombiano. Bogotá: Gráficas Buda Ltda., 1.999. p. 135-144

FASSBENDER, Hans W. Química de suelos: Con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica: Editorial IICA, 1.980. p. 221-378

GUACA, G. Nelson F. & ROSAS, G. Luis A. Estudio comparativo de la fenología, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) y frijol Cacha (*Phaseolus polyanthus G.*) en unicultivo. Popayán: Universidad del Cauca, 1.996. 114 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Tesis y otros trabajos de grado. Bogota: ICONTEC., 2001. 132 p. NTC. 1486.

LOPEZ, G. Jaime; VIDAL Francisco & PERERIRA M. José. Basura urbana: Recogida, eliminacion y reciclaje. Barcelona: editores técnicos asociados, s.a., 1.975. 294 p.

LOPEZ, Marcolino; FERNADEZ, Fernando & SCHOONHOVEN, V. Aart. Frijol: Investigación y Producción. Palmira: CIAT, 1985. 70 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política para la gestion integral de residuos. Bogotá: Imprenta nacional de Colombia, 1.998. 47 p.

\_\_\_\_\_. \_Saber hacer: Manejo integrado de residuos solidos municipales. Bogotá: Universidad de los Andes, 2.000. 186 p.

RINCON, S. Ovidio & Ruiz, C. Ruben. El cultivo del frijol. Bogotá: Ministerio de gobierno, 1.980. 76 p.

SZANTO, N. Marcel. Guía para la identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para manejo de residuos sólidos urbanos. Santiago de Cali: Universidad Santiago de Cali, 1.997. 284 p.

ZAMBRANO, P. Leonidas & VALVERDE, P. Antonio José. Los indicadores y la evaluación ambiental. Popayán. Departamento de Biología – Facultad de Ciencias Naturales Exactas y de la Educación: Universidad del Cauca, 1998. 24 p.

Diversa información encontrada en INTERNET:

Bioreciclaje: .....<http://www.biorreciclaje.com/cbc/rsu.html>

CEPIS/OPS - Manejo de residuos sólidos domésticos (Perú): ...<http://www.cepis.org.pe/eswww/infcepis/maneresi.html>

Chasque - Casa del Medio Ambiente (Uruguay): .....[http://fp.chasque.apc.org/chasque/barrio/medio\\_ambiente/index.html](http://fp.chasque.apc.org/chasque/barrio/medio_ambiente/index.html)

El PVC un plástico muy contaminante: .....<http://mizar.am.ub.es/-dgaladi/Webo/webo.html>

GTZ México - Proyecto de Gestión Ambiental y Conectividad: ....<http://www.gtz.org.mx/gtzlight/presiduos.html>

Instituto Nacional de Ecología de México: .....<http://www.ine.gob.mx/>

Medio ambiente: ..... <http://www.gobcan.es/medioambiente/calidad/ptoslimpios.html>

Problemática ambiental: .....<http://www.sadeco.es/prestaciones/RecRSU1.html>

REMEXMAR (México): .....<http://www.ine.gob.mx/remexmar/index.html>

REPEMAR (Perú): .....<http://www.digesa.sld.pe/repemar/repemar/principa.html>

Residuos orgánicos: ..... <http://www.cta.org.co/censo24.html>

Residuos Sólidos Urbanos: .....<http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/trabajos/rsu2/Main.htm>

R.S.U.: .....[http://www.bizkaia.net/bizkaia/Castellano/Diputacion\\_Foral/MedioAmbiente/Calidad\\_de\\_vida/Garbinet/ca\\_defi.htm](http://www.bizkaia.net/bizkaia/Castellano/Diputacion_Foral/MedioAmbiente/Calidad_de_vida/Garbinet/ca_defi.htm)

Secretariado del Manejo del Medio Ambiente para América Latina y El Caribe: .....  
<http://fp.chasque.apc.org:8081/sema/castellano/sema/sema.html>

Sobre el medio ambiente en general: .....<http://www.jet.e/-metoj/index.html>

Una conducta ecológica: ..... <http://www.amarillas.com/verdes/barba/index.html>

# ***ANEXOS***

Anexo A.

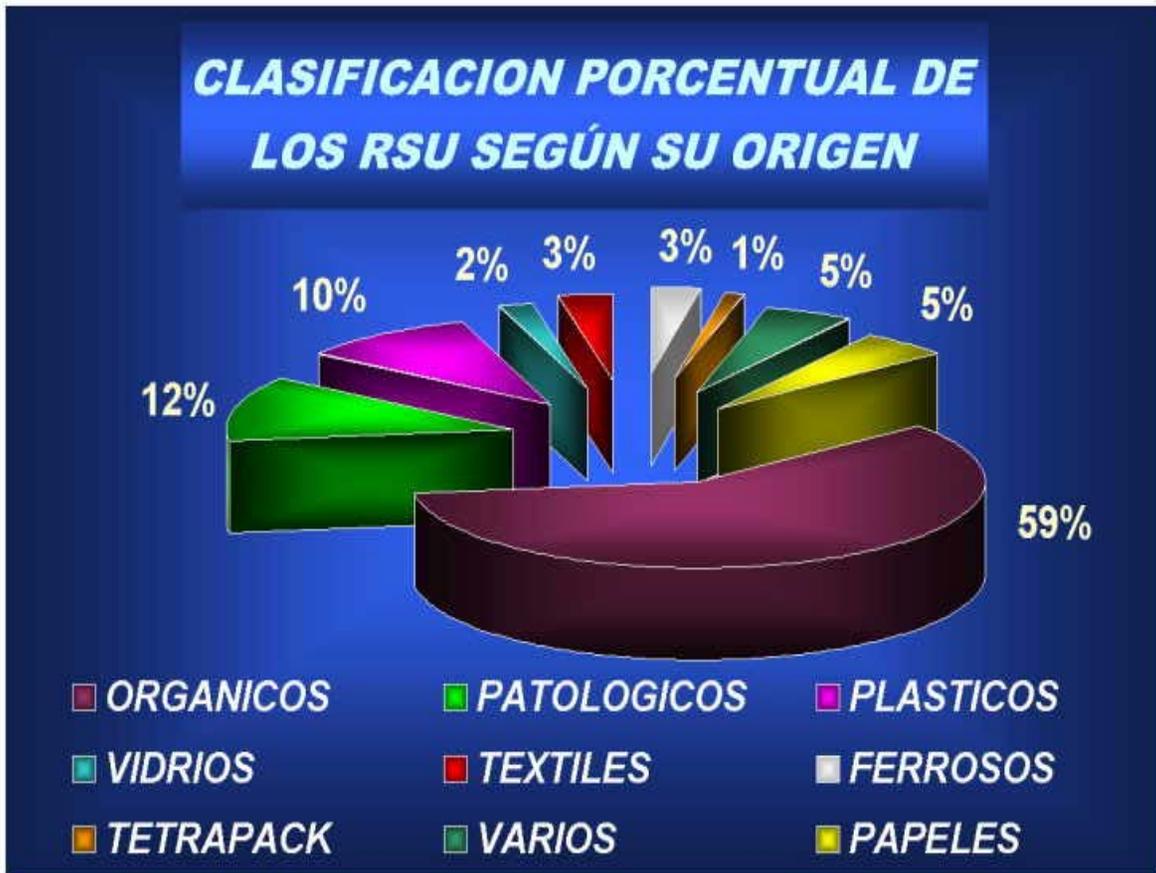


Figura 10. Clasificación porcentual de los R.S.U. según su origen

Fuente: <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/trabajos/rsu2/Main.htm>

Anexo B.

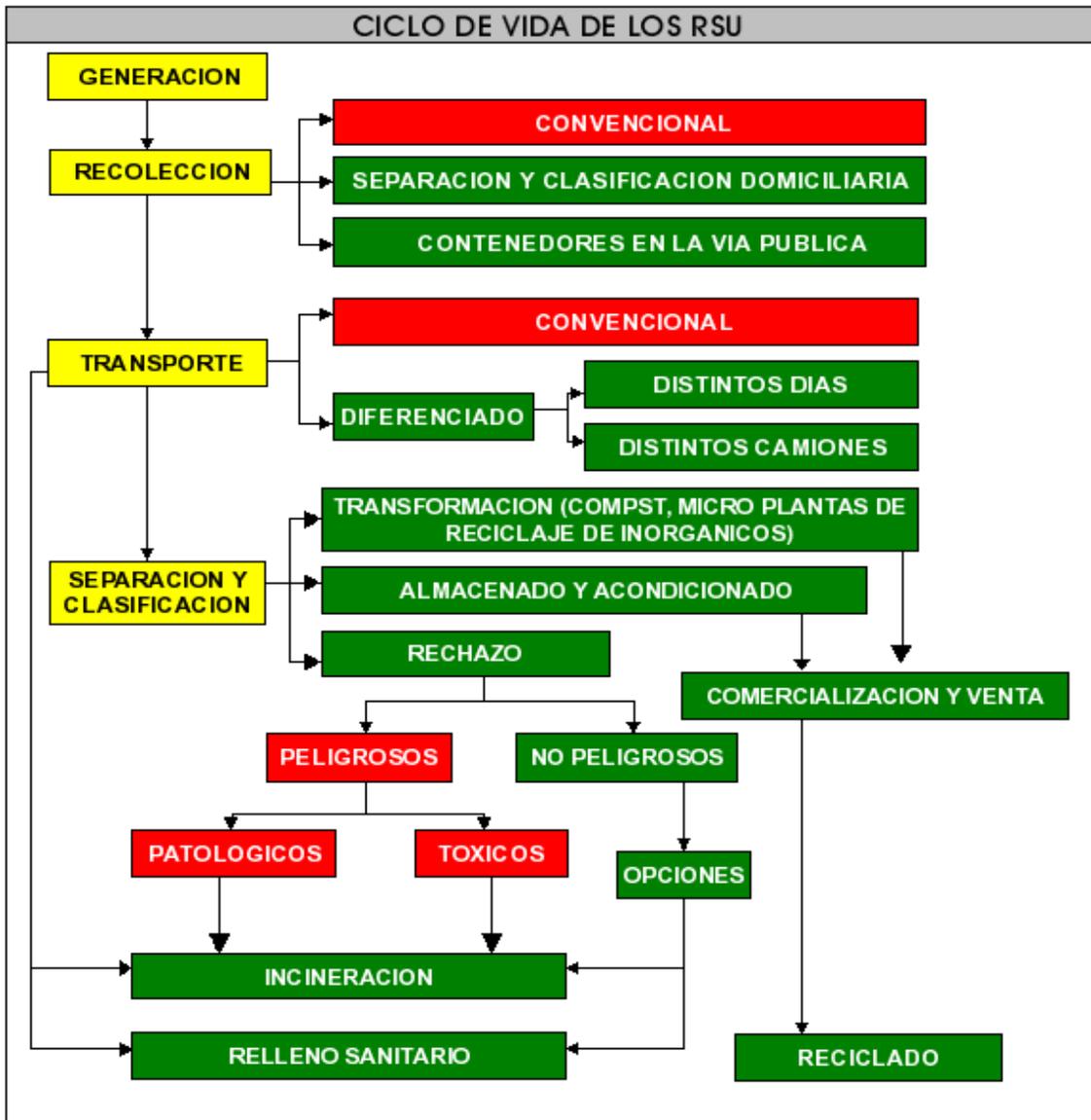
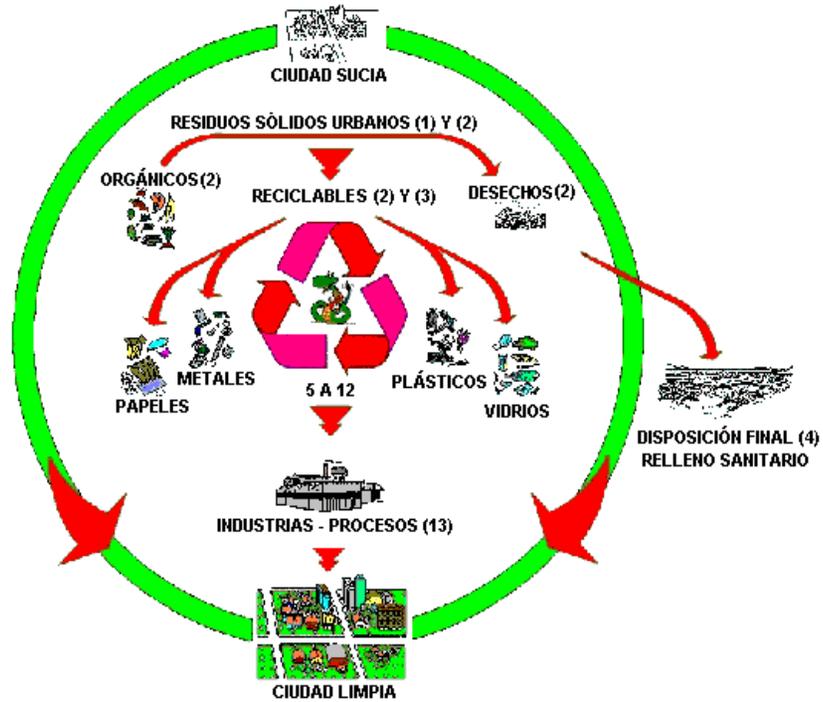


Figura 11. Ciclo de vida de los R.S.U.

Fuente: <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/trabajos/rsu2/Main.htm>

## Anexo C.

### FLUJO - RECOLECCIÓN SELECTIVA PARA EL RECICLAJE



1- RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (Producción per cápita de basura)	4- DISPOSICIÓN FINAL	7- COOPERATIVAS	10- CENTROS DE TRANSFERENCIA	13- INDUSTRIAS - PROCESOS
2- FRACCIONES DE BASURA (Orgánica, reciclable, desechos)	5- CARRETEROS/ TRANSPORTISTAS	8- RECOLECCIÓN DE PUERTA EN PUERTA	11- EDUCACIÓN AMBIENTAL	
3- FRACCIONES RECICLABLE DE LA BASURA (Papeles, plásticos, vidrios y metales)	6- PEV	9- DEPÓSITOS Y VIRUTAS	12- GESTIÓN DE LA RECOLECCIÓN SELECTIVARECICLAJE	

**Figura 12. Flujo de los R.S.U. si se hace recolección selectiva**

Fuente: <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/trabajos/rsu2/Main.htm>





**Anexo F.**

**Cuadro 31. Recolección de R.S.U. en seis barrios del municipio de Popayán, marzo de 2.000**

<b>Barrio</b>	<b>1ra. Recolección</b>	<b>2da. Recolección</b>	<b>3ra. Recolección</b>	<b>4ta. Recolección</b>
<b><i>Campamento</i></b>	1 – Marzo – 2000 (Miércoles)	10 – Marzo – 2000 (Viernes)	15 – Marzo – 2000 (Miércoles)	27 – Marzo – 2000 (Lunes)
<b><i>Villa Mercedes</i></b>	3 – Marzo – 2000 (Viernes)	8 – Marzo – 2000 (Miércoles)	22 – Marzo – 2000 (Miércoles)	31 – Marzo – 2000 (Viernes)
<b><i>Palacé</i></b>	3 – Marzo – 2000 (Viernes)	8 – Marzo – 2000 (Miércoles)	22 – Marzo – 2000 (Miércoles)	31 – Marzo – 2000 (Viernes)
<b><i>Valencia</i></b>	4 – Marzo – 2000 (Sábado)	9 – Marzo – 2000 (Jueves)	21 – Marzo – 2000 (Martes)	28 – Marzo – 2000 (Martes)
<b><i>Avelino Ull</i></b>	4 – Marzo – 2000 (Sábado)	9 – Marzo – 2000 (Jueves)	21 – Marzo – 2000 (Martes)	28 – Marzo – 2000 (Martes)
<b><i>Los Sauces</i></b>	1 – Marzo – 2000 (Miércoles)	10 – Marzo – 2000 (Viernes)	15 – Marzo – 2000 (Miércoles)	27 – Marzo – 2000 (Lunes)

### Anexo G.

**Cuadro 32. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Campamento para 8 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>1ra. Recolección (kg)</b>	<b>2da. Recolección (kg)</b>	<b>3ra. Recolección (kg)</b>	<b>4ta. Recolección (kg)</b>
<i>Materia orgánica</i>	10.7	10.4	9.7	7.4
<i>Papel – Cartón</i>	7.7	7.0	7.5	8.1
<i>Plásticos</i>	3.7	3.9	4.0	4.8
<i>Vidrios</i>	3.2	3.2	2.8	3.2
<i>Metales</i>	1.9	2.1	2.2	2.8
<i>Otros residuos</i>	6.4	6.0	6.6	7.0

**Cuadro 33. Promedio y caracterización de los residuos sólidos de la urbanización Villa Mercedes para 7 usuarios residenciales (un bloque), marzo de 2.000**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>1ra. Recolección (kg)</b>	<b>2da. Recolección (kg)</b>	<b>3ra. Recolección (kg)</b>	<b>4ta. Recolección (kg)</b>
<i>Materia orgánica</i>	9.5	11.0	9.8	9.2
<i>Papel – Cartón</i>	6.9	5.7	6.0	7.0
<i>Plásticos</i>	3.6	3.6	3.3	3.4
<i>Vidrios</i>	2.9	2.1	2.7	2.0
<i>Metales</i>	2.1	2.2	2.0	2.5
<i>Otros residuos</i>	9.2	9.0	8.8	8.5

## Anexo H.

**Cuadro 34. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Valencia para 18 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>1ra. Recolección (kg)</b>	<b>2da. Recolección (kg)</b>	<b>3ra. Recolección (kg)</b>	<b>4ta. Recolección (kg)</b>
<i>Materia orgánica</i>	41.2	39.2	31	29.9
<i>Papel – Cartón</i>	19.5	16.7	20.3	23.1
<i>Plásticos</i>	9.8	7.9	10.7	10.8
<i>Vidrios</i>	7.3	7.0	7.4	7.3
<i>Metales</i>	5.4	3.5	3.8	3.8
<i>Otros residuos</i>	11.6	14.8	18.0	17.8

**Cuadro 35. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Palacé para 12 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>1ra. Recolección (kg)</b>	<b>2da. Recolección (kg)</b>	<b>3ra. Recolección (kg)</b>	<b>4ta. Recolección (kg)</b>
<i>Materia orgánica</i>	22.1	24.3	19.6	21.8
<i>Papel – Cartón</i>	13.4	11.9	13.7	19.2
<i>Plásticos</i>	5.1	5.0	5.5	5.2
<i>Vidrios</i>	5.0	4.3	5.9	4.9
<i>Metales</i>	4.6	2.8	4.1	4.4
<i>Otros residuos</i>	10.2	13.1	10.4	13.3

## Anexo I.

**Cuadro 36. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio los Sauces para 14 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>1ra. Recolección (kg)</b>	<b>2da. Recolección (kg)</b>	<b>3ra. Recolección (kg)</b>	<b>4ta. Recolección (kg)</b>
<i>Materia orgánica</i>	38.9	36.8	39.8	42.8
<i>Papel – Cartón</i>	14.8	15.5	16.6	17.5
<i>Plásticos</i>	4.8	4.6	5.0	5.6
<i>Vidrios</i>	2.0	2.5	3.1	3.9
<i>Metales</i>	2.9	3.0	3.2	3.0
<i>Otros residuos</i>	13.2	10.9	12.8	13.3

**Cuadro 37. Promedio y caracterización de los residuos sólidos del barrio Avelino UII para 16 usuarios residenciales (1 cuadra), marzo de 2.000**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>1ra. Recolección (kg)</b>	<b>2da. Recolección (kg)</b>	<b>3ra. Recolección (kg)</b>	<b>4ta. Recolección (kg)</b>
<i>Materia orgánica</i>	46.6	46.0	48.6	50.1
<i>Papel – Cartón</i>	18.2	14.7	14.0	15.2
<i>Plásticos</i>	6.0	5.7	6.1	5.9
<i>Vidrios</i>	4.3	3.9	4.2	4.0
<i>Metales</i>	3.2	3.0	2.9	3.3
<i>Otros residuos</i>	15.3	15.8	16.2	14.8

**Anexo J.**



**Fotografía 4. Disposición final de los residuos sólidos en la galería del barrio Bolívar**

**Anexo K.**



**Fotografía 5. Disposición final de los residuos sólidos en la galería del barrio Alfonso López**

Anexo L.



Fotografía 6. Disposición final de los residuos sólidos en la galería del barrio Bello Horizonte

Anexo M.



Fotografía 7. Disposición final de los residuos sólidos en la galería del barrio Las Palmas

Anexo N.



Fotografía 8. Galería del barrio La Esmeralda

**Anexo O.**



**Fotografía 9. Disposición final de los residuos sólidos en el hospital Universitario San José**

**Anexo P.**



**Fotografía 10. Disposición final de los residuos sólidos en la Urbanización Villa Mercedes**

## **Anexo Q.**

**Resultado del análisis del compost, entregado por laboratorios Agri-lab de Bogotá**

**Anexo R.**



**Fotografía 11. Tratamiento uno (fertilización química) 15 d.d.s.**

**Anexo S.**



**Fotografía 12. Tratamiento dos (fertilización orgánica) 15 d.d.s.**

**Anexo T.**



**Fotografía 13. Tratamiento tres o grupo control 15 d.d.s.**

**Anexo U.**



**Fotografía 14. Tratamiento uno (fertilización química) 35 d.d.s.**

**Anexo V.**



**Fotografía 15. Tratamiento dos (fertilización orgánica) 45 d.d.s.**

**Anexo W.**



**Fotografía 16. Tratamiento tres o grupo control 25 d.d.s.**

**Anexo X.**



**Fotografía 17. Determinación del peso seco, laboratorio de la Universidad del Cauca**