

**PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS  
ORGANICOS EN EL COLEGIO SUMMERHILL SCHOOL, EMPLEANDO EL  
COMPOSTAJE**

**DIANA MARCELA BUSTOS**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INSTITUTO DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL  
BOGOTÁ, ENERO 2013**

**PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS  
ORGANICOS EN EL COLEGIO SUMMERHILL SCHOOL, EMPLEANDO EL  
COMPOSTAJE**

**DIANA MARCELA BUSTOS**

**Proyecto de grado para optar al titulo de ESPECIALISTA EN GERENCIA  
AMBIENTAL**

**Director  
Julios Cesar Ramírez**

**Ingeniero Químico. Magister en Gerencia Ambiental**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INSTITUTO DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL  
BOGOTÁ, ENERO 2013**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TABLA DE CONTENIDO .....	3
LISTA DE GRAFICAS.....	6
LISTA DE TABLAS .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
2. ANTECEDENTES .....	9
2.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	9
2.2 HISTORIA CONTEMPORÁNEA.....	9
2.2. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A NIVEL MUNDIAL.....	10
2.3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A NIVEL NACIONAL.....	11
2.3.1 GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS EN INSTIRUCIONES EDUCATIVAS .....	12
➤ Amigos de la tierra “ Usar y no tirar”, (blog2008 Compostaje en los colegios) .....	12
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
4 JUSTIFICACIÓN .....	16
5. OBJETIVOS .....	17
5.1 OBJETIVO GENERAL .....	17
5.1 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
6. MARCO REFERENCIAL .....	18
6.1. MARCO TEÓRICO .....	18
6.1.1. COMPOSTAJE .....	18
6.1.1.1. Condiciones del proceso de compostaje .....	18
• Temperatura.....	18
• Contenido de humedad .....	19
• pH.....	20
6.1.2 Técnicas de compostaje .....	20
SISTEMAS DE COMPOSTAJE .....	21
➤ Sistemas abiertos.....	21
➤ Sistemas cerrados.....	21
6.1.3 TREN DE ACTIVIDADES DEL RECICLAJE Y COMPOSTACIÓN .....	23
6.2 MARCO CONCEPTUAL .....	24
6.3 MARCO LEGAL .....	28
7. ALCANCE Y LIMITACIONES.....	31
8. METODOLOGÍA.....	32
8.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS EN LA INSTITUCIÓN. 32	
8.2 GENERACIÓN DE RESIDUOS .....	34

8.3	CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO .....	35
9.	RESULTADOS” TECNICAS E INSTRUMENTOS” .....	38
9.1	REQUERIMIENTOS PARA EL COMPOSTADOR.....	40
➤	Qué se necesita para hacer compost.....	40
10.	CONCLUSIONES .....	42
11.	RECOMENDACIONES .....	43
➤	Ambientales.....	43
➤	Sociales.....	43
	BIBLIOGRAFIA.....	44
➤	EXPERIENCIA EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ... ..	44

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición de los residuos sólidos municipales en diversos países de América Latina .....	11
Cuadro 2 Proceso general de compostaje y Reciclaje , Adaptado de Universidad de los Andes, Manejo Integrado de Residuos Solidos p 74 .....	23

## LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Composición física de los residuos solidos en Colombia .....	12
Grafica 2 Proceso y evolución del compostaje .....	19
Grafica 3 Canecas de recolección residuos orgánicos .....	35
Grafica 4 Perspectiva de lugar de acopio .....	35
Grafica 5 Diseño preliminar del compostador .....	37
Grafica 6 Diseño compostador armado .....	38

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones ideales para el compostaje.....	20
---	----

## INTRODUCCIÓN

El compost es una materia inodora, estable y parecida al humus, rico en sustancias biodegradables, en proteínas e hidratos de carbono, que resulta del proceso de compostaje de residuos biodegradables. Esta «magia» capaz de transformar unos restos putrescibles, húmedos y malolientes en un material orgánico que huele a mantillo o a tierra recién removida es obra de la naturaleza, a través de bacterias, hongos y gusanos. Las técnicas humanas simplemente imitan o aceleran lo que la naturaleza viene haciendo desde siempre ante nuestros ojos.

Los ejemplos de experiencias positivas descritos en esta recopilación demuestran que no es necesario realizar grandes inversiones, ni contar con grandes instalaciones industriales para producir compost. Todo el mundo lo puede hacer en su jardín.

Para producir un compost de buena calidad, es necesario recoger, de forma segregada, los residuos biodegradables. Si queremos mejorar el estado de nuestro entorno, todos tendremos que aportar nuestro granito de arena. Los consumidores tendrán que hacer el esfuerzo de separar ellos mismos los residuos. Las administraciones locales deberán organizar un sistema eficaz de recogida con el fin de minimizar los costes.

Los operadores económicos tendrán que modificar la gestión de los residuos biodegradables. Finalmente, los Gobiernos Nacionales y la Comisión tendrán que concebir la mejor forma de que el compost así producido contribuya a mejorar la calidad del suelo.



## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. GENERACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS**

La mayoría de las sociedades modernas está logrando su desarrollo sin controlar adecuadamente todas las presiones ambientales generadas sobre su entorno. Este desarrollo se ha forjado mediante procesos y actividades que llevan implícitos la producción de una gran cantidad de residuos, los cuales en su mayoría son orgánicos. Las pautas de consumo y la actividad económica están dando lugar al aumento de la generación de residuos y de los problemas derivados de su inadecuada gestión, sin que se produzca el desacoplamiento entre crecimiento económico y producción de los mismos.

El ministerio del Medio Ambiente<sup>1</sup> enuncia en la Política para la Gestión de residuos que desde el punto de vista ambiental, que este problema está relacionado también con:

- Falta de conciencia ciudadana sobre la relación entre los residuos, el ambiente, la economía familiar y nacional.
- Ausencia de un marco de apoyo a la introducción de tecnologías limpias.
- Ausencia del establecimiento de responsabilidad de los sectores productivos en la generación, manejo y disposición de residuos pos consumo.

### **2.2 HISTORIA CONTEMPORÁNEA**

El hombre desde épocas remotas ha utilizado los residuos orgánicos como fuente de materia orgánica para sus cultivos y como acondicionadores de suelos (Luque, 1997; Téllez, s.f.). El compostaje tiene su aplicación desde hace miles de años. Los chinos compostaban todos sus residuos orgánicos de sus campos y casas. En Jerusalén parte de los residuos urbanos se quemaban y con los demás se hacía compost (Corazón Verde, 1996). El primer desarrollo significativo del compostaje en el siglo pasado proviene de una experiencia realizada en la India, llevada a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947, basado en el método que se

---

<sup>1</sup> MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política para la Gestión de residuos. El Ministerio. Santa Fe de Bogotá, Agosto de 1997; p.5-6.

conoce como proceso “indore” en homenaje al estado donde se realizaron los experimentos y se marcaron los primeros avances en el sistema de pila con volteo (Luque, 1997). Fue en el año 1925 cuando en Europa comenzó a estudiarse la posibilidad de descomponer a gran escala las basuras de las ciudades con la puesta en marcha del método indú Indore. Simultáneamente a las experiencias que se obtenían en la India, en Italia en el año de 1922, se desarrollaba un método que utilizaba tanto el proceso aeróbico como anaeróbico en un sistema cerrado, este proceso se denominó “Beccari” (Opazo, 1991). En 1929 se estableció la primera planta de compostaje en Wijster, Holanda, y en 1932 en la ciudad holandesa de Hanmer se instaló la primera planta de compost hecho con las basuras urbanas con el método denominado “Maanen” (modificación del sistema Indore que consistía en usar grandes trincheras). A principios de la década de los 60, había en Europa 37 plantas. Dicho número aumentó considerablemente durante dicha década, ya que al principio de los 70 se llegó a 230 plantas, (Corazón Verde, 1996). En 1955 se construyó otra fábrica en Mierlo, Holanda cuyo sistema se conoce con el nombre de VAM Maanen (Rev el Campo, 1979 citado por

## 2.2. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A NIVEL MUNDIAL

Según el informe El medio ambiente en Europa: tercera evaluación (2003), la cantidad total de residuos municipales que se recoge es cada vez mayor en un gran número de los países europeos. En Europa se generan cada año más de 3.000 millones de toneladas de residuos. Esto equivale a 3,8 toneladas por persona en Europa Occidental, 4,4 toneladas por persona en Europa Central y Oriental y 6,3 toneladas en los países de EECCA (Europa del Este, Cáucaso y Asia Central).

La generación de residuos municipales varía considerablemente entre países, desde los 685 kg per cápita (Islandia) a los 105 kg per cápita (Uzbekistán). Esto representa aproximadamente un 14 % de los residuos totales recogidos en Europa. De acuerdo a la composición de los mismos, el porcentaje en peso de la fracción orgánica en países subdesarrollados es del 40% al 55% y en países desarrollados del 58% al 80,20%<sup>2</sup>

DANTE<sup>3</sup> enuncia que en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, la cantidad de materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos supera el 50% del total generado, como se muestra en el **Cuadro 1. Composición de los residuos sólidos municipales en diversos países de América Latina (porcentaje en peso)**. De los cuales aproximadamente el 2% recibe tratamiento adecuado para su aprovechamiento; el resto es confinado en vertederos o rellenos sanitarios; otro porcentaje es dispuesto inadecuadamente en botaderos o es destinado a la alimentación de cerdos, sin un debido control y procesamiento sanitario.

---

<sup>2</sup> SEOÁNEZ M. Tratado de reciclado y recuperación de productos. de los residuos. Ediciones Mundo-Prensa. España, 2000. s.

<sup>3</sup> DANTE, O. Cit., p.7

**Cuadro 1. Composición de los residuos sólidos municipales en diversos países de América Latina**

PAIS	% de MATERIA ORGÁNICA
México	43
Costa Rica	58
El Salvador	42
Perú	50
Chile	49
Guatemala	63,3
Colombia	52,3
Uruguay	56
Bolivia	59,5
Ecuador	71,4
Paraguay	56,6
Argentina	53,2
Trinidad y Tobago	27

Fuente: Diagnóstico de la situación del manejo de los Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe. BID, OPS/OMS, 1997.

### 2.3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS A NIVEL NACIONAL

En las cuatro grandes ciudades del país, como manifiesta el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial<sup>4</sup> La generación de residuos sólidos, es la siguiente:

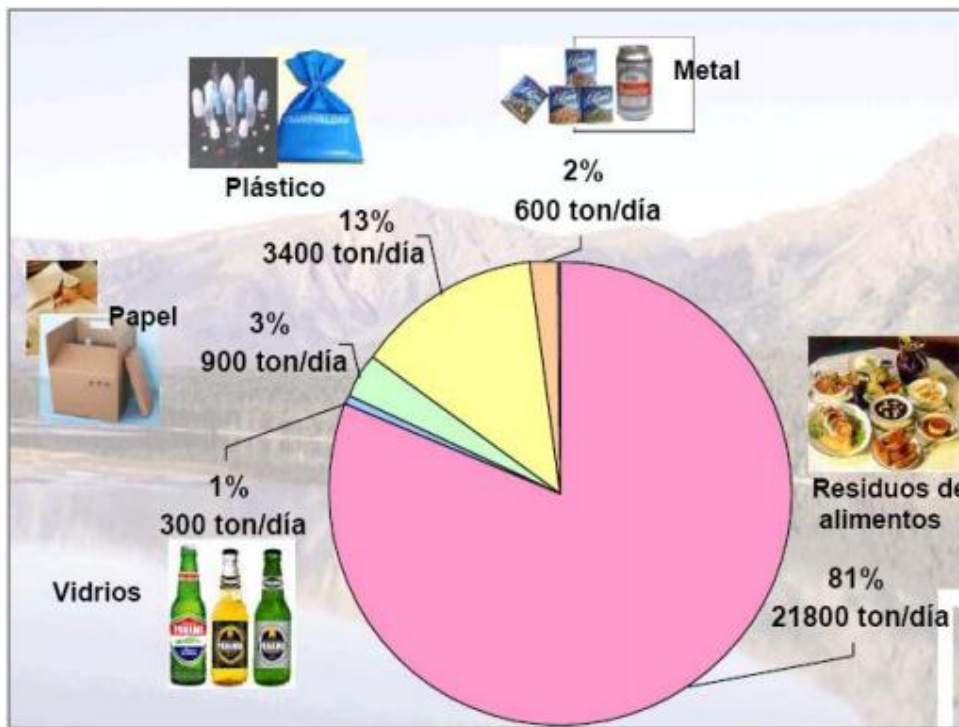
- Cuatro grandes ciudades (Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla): 11.275 Ton/día, lo que equivale al (41%) de residuos generados, solo Bogotá genera 6500 ton/día.
- En las 28 ciudades capitales se generan 5.142 Ton/día (18.7%).
- En los 1054 municipios se generan 11.083 ton/ día (40.3%)

En resumen, en Colombia se generan 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1086 municipios 32 departamentos) y de acuerdo a la composición de los mismos, el 65% son residuos sólidos orgánicos. Otro estudio como el de Procuraduría delegada para asuntos agrarios, dice que en Colombia se genera alrededor del 81% de residuos sólidos orgánicos, como se evidencia en la siguiente Gráfica:

<sup>4</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ambiental. Seminario sobre el aprovechamiento y manejo de los residuos sólidos. Manizales. Mayo 5. 2004. p. 3.

## Grafica 1 Composición física de los residuos solidos en Colombia

**GRAFICO 1:** Fuente Marmolejo, R. En: Presentación Sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios en Colombia. Procuraduría delegada para asuntos agrarios. Cali, 2004, p.3.



### 2.3.1 GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS EN INSTIRUCIONES EDUCATIVAS

- **Amigos de la tierra “ Usar y no tirar”, (blog2008 Compostaje en los colegios)**

Esta claro que cada día mas gente está interesada en aprovechar la fracción orgánica de los residuos generados en nuestras casa para convertirlos en compost. Como siempre pasa, cuando hay algo que vale la pena de fomentar y aprender, se mira de incluirlo como aprendizaje escolar.

Amigos de la Tierra lleva fomentando el compostaje doméstico desde hace más de 12 años y creemos que la experiencia nos da derecho a comentar varias cosas básicas referente a como hay que hacer compost en el colegio. Para que sirva sólo de tema a futuros comentarios citaré unos pocos conceptos que creo básicos.

- ✓ Para hacer compost en los colegios es necesario que exista una persona que se responsabilice del compostador , de sus correctos aportes , cómo se incorporan y cómo se mantienen las condiciones idóneas para su correcto funcionamiento
  - ✓ ..El compostador o área de compostaje debe ser:
    - Motivo de orgullo de toda la escuela y padres.
    - No debe de dar trabajo excesivo a quien lo realiza.
    - Debe de ser una actividad que genere interés de todos los estamentos implicados en la escuela hacia el tema, y anime a que cada vez mas personas hagan compostaje en casa.
- **Granja escolar integral tierra nueva( Colegio Integral Tierra nueva edu.co)**

Desde su creación en 1992, el Colegio Tierra Nueva ha estado incorporado elementos enriquecedores a su Proyecto Educativo permitiendo que todos los integrantes de la comunidad educativa desde un acercamiento teórico - práctico a situaciones y problemas ambientales se concienticen de su responsabilidad social y su responsabilidad frente al ambiente, convirtiéndose en multiplicadores de estrategias que permitan el mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo sostenible. El Proyecto Educativo, durante su proceso de construcción, desarrollo y retroalimentación busca la sensibilización de la comunidad educativa y de la comunidad local, alcanzando excelentes niveles en este sentido

. En este sentido, el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) permite el reconocimiento de las problemáticas ambientales urbanas y rurales, logrando la sensibilización de la comunidad para hacer cultura ciudadana. Dentro de este gran proyecto, se han establecido líneas de investigación que permiten a la comunidad educativa hacerse consiente de los procesos que permiten el abastecimiento de las ciudades y las exigencias que deben cumplirse para

obtener una producción que cumpla con los estándares de calidad actuales de producción y eliminación de residuos orgánicos e inorgánicos. Aunado a esto, facilita el conocimiento de alternativas de producción de alimentos, de producción de especies vegetales nativas, especies animales y hongos saprófitos, cuidado y conservación de los recursos naturales (agua), que de alguna forma permiten subsanar los graves efectos que ha tenido el afán del ser humano por incrementar el consumo y la explotación de los recursos naturales existentes en Colombia.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**¿Es viable la implementación de una técnica de compostaje en el summerhill school , a partir de los residuos sólidos orgánicos generados por la institución?**

En las instituciones educativas se ha visto que no existe una adecuada separación y clasificación de los residuos sólidos que con lleva a contribuir perjudicialmente con el tratamiento de residuos sólidos que es un problema a nivel local.

Se ha podido observar las iniciativas ecológicas de parte de algunos docentes que plantan arbustos en el jardín con la participación activa de las estudiantes, pero no se ha observado iniciativas en el plano del manejo de residuos sólidos. Es importante establecer que según caracterizaciones de residuos generados en Instituciones Educativas se ha encontrado que el 30% de residuos pueden ser comercializados (vidrio, papel, metales, madera, etc.), el 70% de residuos son materia orgánica que pueden ser compostada, teniendo en cuenta lo mencionado en la Institución Educativa la menor fracción es material reciclable que se puede comercializar, la mayor fracción son desechos de material orgánico, los cuales pueden ser reciclados por medio de una composta para la fertilización natural de los suelos presentes en el mismo.

Surge de la concientización de esta problemática y de una previa investigación, la iniciativa de evaluar una estrategia para procesar una parte de estos residuos para hacerlos útiles en forma de abono orgánico que sirva como enmienda para los suelos destinados a la agricultura.

## 4 JUSTIFICACIÓN

La composición física de los residuos sólidos generados en el Summerhill School está constituida en el 70% por residuos orgánicos; es por esto que con el aprovechamiento de los mismos se disminuirá en gran medida la presión sobre el medio ambiente como soporte de actividades antrópicas; se reincorporarán los nutrientes al ciclo de fertilización del suelo y se frenará el uso de agroquímicos. Solo apuntando a una eficiente gestión integral de residuos sólidos desde la presentación hasta la disposición final, se implementarán los instrumentos de manejo basados en principios de eficiencia, eficacia y efectividad que generen una sostenibilidad ambiental a partir de una relación costo-beneficio. El estudio de la relación de los procesos adecuados para la transformación de los residuos orgánicos se convierte en el factor primordial para crear los escenarios que determinen la viabilidad técnica, económica y ambiental asociada al tema.

Este aprovechamiento conduce de manera directa a la disminución de impactos ambientales y sociales generados, en especial, en el componente de disposición final, lo cual es competencia de la gestión ambiental. La disposición final y la aplicación de los planes de manejo ambiental a este componente, a la luz de la exigente normatividad ambiental generarán seguramente en un futuro cercano incrementos tarifarios que afectarán aspectos económicos de manejo en la institución educativa, por ende se pretende consolidar y sistematizar la información existente para lograr implementar una técnica de compostaje que permita el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en la institución



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer una técnica de compostaje para el manejo adecuado de residuos orgánicos (en la institución educativa del colegio Summerhill School

|

### **5.12 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos orgánicos producidos en la institución.
- Seleccionar la técnica de compostaje más adecuada para los residuos producidos, mediante una matriz de selección.
- Realizar un diseño preliminar de un compostador e identificación de los requerimientos para su implementación

## 6. MARCO REFERENCIAL

### 6.1. MARCO TEÓRICO

#### 6.1.1. COMPOSTAJE

Como dice Arroyave<sup>5</sup>, el compostaje es un proceso natural y oxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una etapa termófila dando al final como producto de los procesos de degradación de dióxido de carbono, agua y minerales, como también una materia orgánica estable, libre de patógenos y disponible para ser utilizada en la agricultura como abono acondicionador de suelos si que cause fenómenos adversos.

##### 6.1.1.1. Condiciones del proceso de compostaje

Los factores que afectan el proceso de compostaje, según Climent et al. (1996), están íntimamente relacionados con parámetros como la naturaleza de los desechos orgánicos y/o con sus condiciones de desarrollo de la población microbiana. Esta última afecta el proceso porque durante la transformación de la materia orgánica los microorganismos requieren condiciones ambientales óptimas en cada una de sus fases (Röben, 2002).

#### GRAFICA 2

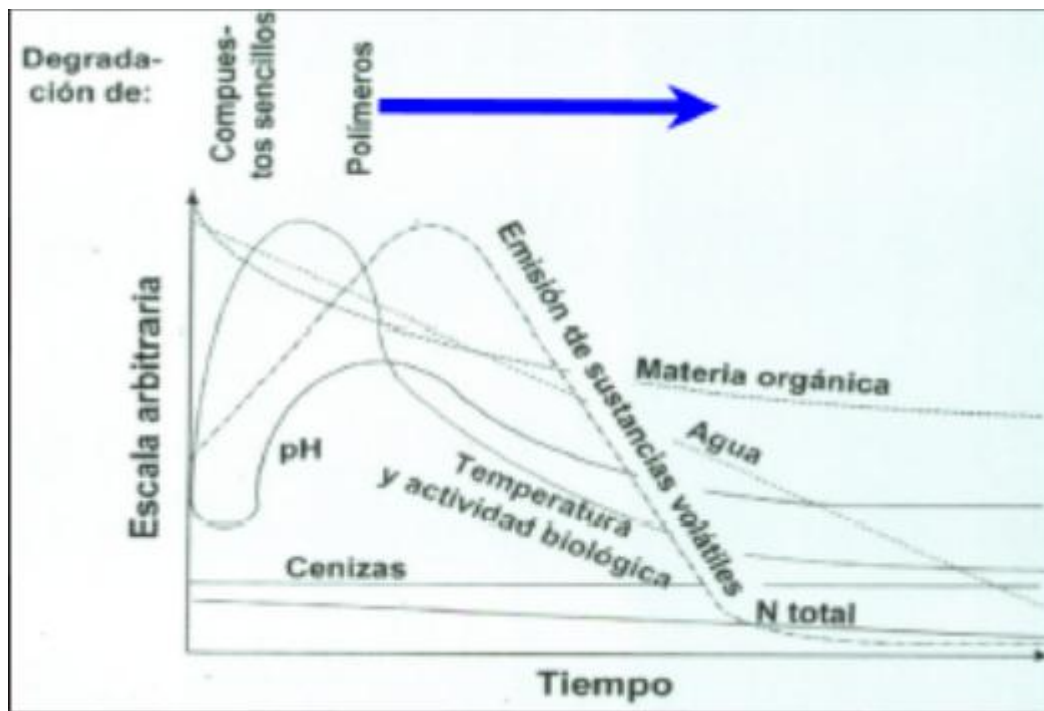
- **Temperatura**

La temperatura está condicionada por la humedad y la aireación, y varía dependiendo de la actividad metabólica de los microorganismos. De acuerdo a este parámetro el proceso de compostaje se divide en cuatro etapas: mesofílica (< de 40 °C), termofílica (40 a 60°C), fase de enfriamiento (< de 40 °C) y fase de maduración (temperatura ambiente). En la fase termofílica, se alcanzan las temperaturas más altas, las cuales son relevantes para que se dé la “autoesterilización” del sustrato, asegurando la eliminación de microorganismos y sustancias no deseadas en el producto final. A temperaturas demasiado elevadas se produce una inhibición de la actividad vital de la mayoría de los microorganismos que inciden en el compostaje, frenándose así la descomposición

---

<sup>5</sup> ARROYAVE S., M.; VAHOS M., D. Evaluación del proceso de compostaje producido en un tanque vial reactor piloto por medio de bioaumentación. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 1999. s.p

de la materia orgánica. (Cegarra, 1994; Corbitt, 2003; Gómez et al., 1996) (Ver Tabla 2). Para mantener un proceso de compostaje en condiciones ideales, autores como Dalzell, (1991); Cegarra, (1994) y Thobanoglous et al. (1994) mencionan que se necesita mantener en todas las partes de la pila una temperatura de 55 a 60 °C, por lo menos tres días para destruir prácticamente todas las plantas y organismos causantes de enfermedades patógenas. En el compostaje en pilas la temperatura se controla indirectamente variando la frecuencia del volteo.



## Grafica 2 Proceso y evolución del compostaje

Fuente: Mustin, 1987 y Day et al, 1998; Tomado de Soto, 2003

- **Contenido de humedad**

Para Henao (1996) el agua es uno de los factores más importantes en el proceso de compostaje. Si su contenido es muy bajo, se detiene la actividad microbológica del proceso; y si es muy alto se dan condiciones anóxicas porque el agua desplaza al aire de los espacios libres existentes. Soto (2003) menciona que altos niveles de humedad pueden facilitar una mayor pérdida de nitrógeno, que favorecen la desnitrificación. El contenido de humedad óptimo del proceso de compostaje deberá estar entre el 50 y el 60 por 100, en peso (Corbitt, 2003; Tchobanoglous et al., 1994) (Ver Tabla 1)

- pH

El pH, al igual que la temperatura, varia con el tiempo durante el proceso de compostaje debido a su acción sobre los microorganismos, por lo que se convierte en una medida de vital importancia para evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de los residuos (Thobanoglous et al., 1994). En general, los hongos toleran un margen de pH ligeramente ácido (entre 5-8), debido a que los productos iniciales de la descomposición son ácidos orgánicos. Al cabo de unos días, el pH se vuelve ligeramente alcalino debido a la liberación de amoníaco durante la transformación de las proteínas por parte de las bacterias, las cuales prefieren un medio casi neutro (pH= 6-7,5) (Salcedo, 1998; Labrador, 2001). El pH recomendado para un sistema de compostaje debe estar en un rango de 6.5 a 8 (Ver Tabla 1)

**Tabla 1 Condiciones ideales para el compostaje**

<b>Tabla 1. Condiciones ideales para el compostaje</b>		
<b>Condición</b>	<b>Rango aceptable</b>	<b>Condición optima</b>
Relación C:N	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Humedad	40 -65%	50 – 60%
Oxigeno	> 5%	8%
PH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Temperatura °C	55 – 75	65 – 70
Tamaño de partícula	0.5 – 1.0	variable

Fuente: Rynk, 1992; Tomado de Soto, 2003

### 6.1.2 Técnicas de compostaje

Actualmente, los métodos más utilizados son sistemas abiertos y cerrados. En el método abierto, el material que se va fermentar se mueve periódicamente, esto con el fin de permitir la entrada de oxígeno, controlar la temperatura y mezclar el material para que el producto sea homogéneo; mientras que el método cerrado, el material que se va a fermentar permanece quieto y a través del él, se inyecta aire.

## SISTEMAS DE COMPOSTAJE

Según Labrador (2001) y Costa et al. (1991) los sistemas de compostaje pueden clasificarse como:

### ➤ **Sistemas abiertos.**

Son los sistemas tradicionales, donde los sustratos a compostar se disponen en pilas que pueden estar al aire libre o cubiertas. Entre estos tenemos:

#### ✓ **Apilamiento estático.**

- *f* Con aireación por succión (Sistema Beltsville)<sup>6</sup> Sin volteos; es el que necesita mayor tiempo de fermentación. Suficiente para proveer de una concentración de oxígeno de 15% a un compost compuesto de lodo de depuradora y de virutas de madera
- *f* Con aire espirado en conjunción con el control de la temperatura (Sistema Rutgers).<sup>7</sup>
- *f* Ventilación alterna y control de temperatura

✓ **Apilamiento con volteo.** Volteos en función de la temperatura y la humedad el cual permite diseñar pilas de mayor altura.

✓ **Apilamiento con ventilación forzada.** Sistema mecánico de ventilación por tuberías o canales.

6

### ➤ **Sistemas cerrados**

Sistemas utilizados generalmente para el tratamiento de desechos sólidos Municipales de tamaño medio o grande, diseñados para reducir el área y tiempo de compostaje y hacer un mejor control de los parámetros del proceso. Sin embargo sus costos son elevados. Entre estos tenemos:

#### ✓ **Reactores verticales.**

- *f* Continuos. Con alturas de 4 a 10 m donde el material compostable se encuentra en masa única. En este sistema se controla temperatura, aireación y características de los gases. El tiempo de compostaje es corto (dos semanas).

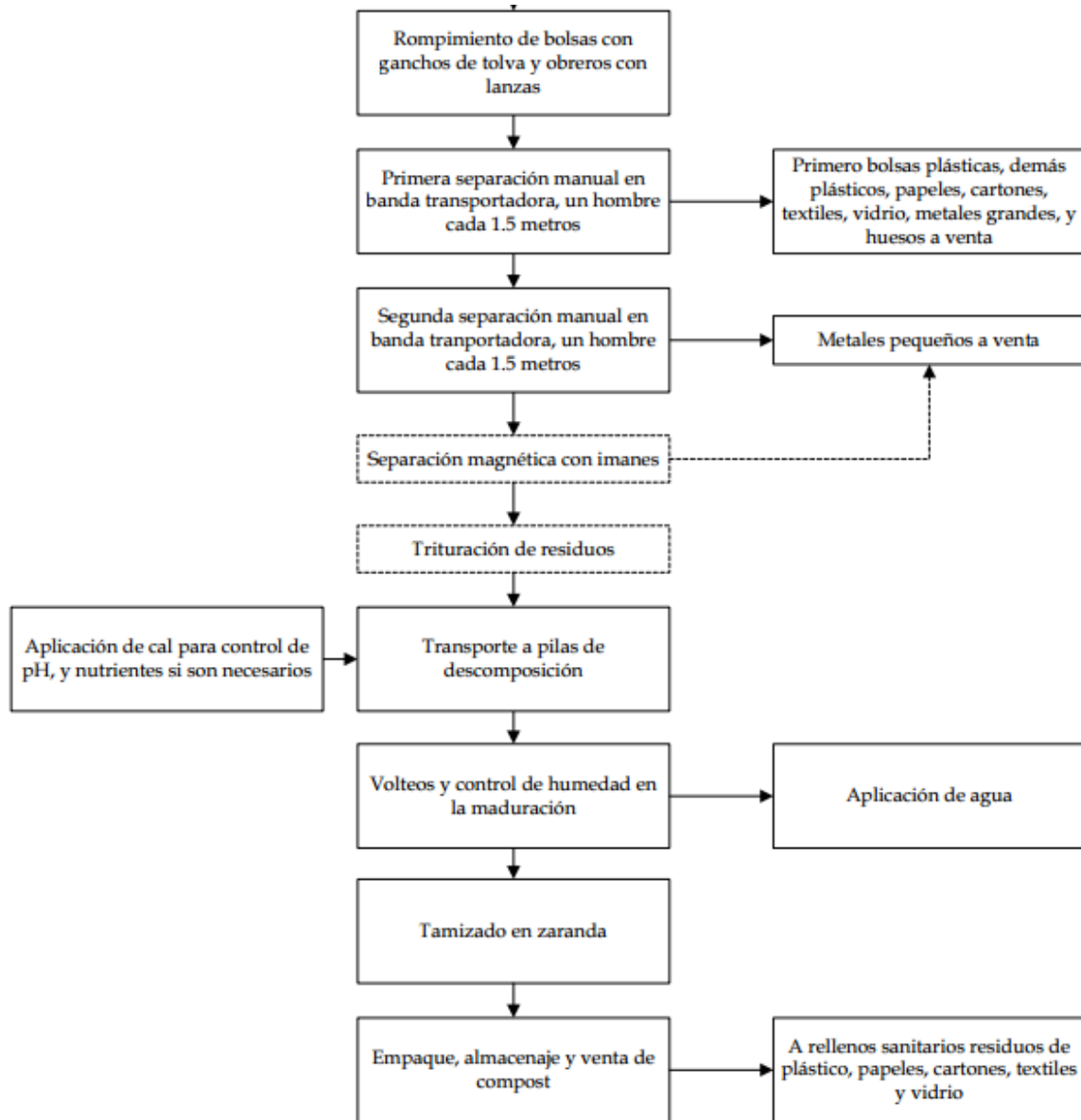
---

<sup>6</sup> El sistema de succión se ideó en Beltsville por la U.S.D.A. y es ampliamente empleado en U.S.A (Costa et al., 1991)

<sup>7</sup> Se realizó en la Universidad de Rutgers en New Jersey (Costa et al., 1991)

- Discontinuos. Reactores divididos en varios niveles, de 2 a 3 m de altura, donde la masa se voltea en la parte superior descendiendo al siguiente nivel según su madurez. El tiempo de fermentación es de una semana.
- ✓ **Reactores horizontales.**
- Estáticos. Tiempo de compostaje de 15 a 30 días. El producto requiere un compostaje posterior.
  - *f* Dinámico. Cilindro de 2 a 3 m de diámetro y con giros de 2 a 3 rpm., donde los residuos permanecen en el reactor de 24 a 36 horas. El material es compostado posteriormente en pilas o reactores

### 6.1.3 TREN DE ACTIVIDADES DEL RECICLAJE Y COMPOSTACIÓN



**Cuadro 2 Proceso general de compostaje y Reciclaje , Adaptado de Universidad de los Andes, Manejo Integrado de Residuos Solidos p 74**

## 6.2 MARCO CONCEPTUAL

- **Abono orgánico:** Sustancia de origen natural procedente de los seres vivos, que aporta al suelo y las plantas nutrientes para su buen desarrollo.
- **Acopio:** La acción tendiente a reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su recolección, tratamiento o disposición final.
- **Ambiente:** Es cualquier espacio de interacción y sus consecuencias, entre la Sociedad (elementos sociales y culturales) y la Naturaleza (elementos naturales), en un lugar y momento determinados.
- **Aprovechamiento de los residuos:** Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, re manufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.
- **Basura:** Dos o más desperdicios que revueltos entre sí provocan contaminación, enfermedad, pérdida de recursos naturales.
- **Biodegradable:** Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivos, los más importantes de los cuales son bacterias aerobias. Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos. Lo contrario corresponde a sustancias no degradables, como plásticos, latas, vidrios que no se descomponen o desintegran, o lo hacen muy lentamente. El órgano clorado, los metales pesados, algunas sales, los detergentes de cadenas ramificadas y ciertas estructuras plásticas no son biodegradables.
- **Biogás:** El conjunto de gases generados por la descomposición microbiológica de la materia orgánica.
- **Compost o abono orgánico:** Es el producto resultante del proceso de compostaje.
- **Compostaje:** Es un proceso de reciclaje completo de la materia orgánica mediante el cual ésta es sometida a fermentación en estado sólido, controlada (aerobia) con el fin de obtener un producto estable, de características definidas y útil para la agricultura.



- **Contaminación:** Alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia o la actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado.

La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Puede clasificarse en:

- **Origen químico:** productos tóxicos minerales, como sales de hierro, plomo, mercurio, ácidos, derivados del petróleo, insecticidas, detergentes, abonos sintéticos, etc.
- **Origen físico:** productos y emanaciones radioactivas, materias sólidas, vertimiento de líquidos a altas temperaturas o bajas temperaturas, etc.
- **Origen biológico:** por desechos orgánicos en descomposición. Existe un tipo de contaminación ambiental cuyo origen se sitúa en las conductas antisociales de algunos humanos y que afecta no solamente el medio natural sino la vida en comunidad.

- **Contaminación ambiental:** Introducir al medio cualquier factor que anule o disminuya la función biótica.

- **Degradable:** Estructura o compuesto que puede ser descompuesto bajo ciertas condiciones ambientales (biodegradable involucra la acción de microorganismos, fotodegradable implica la acción de la luz).

- **Eliminación:** Sacar, separar, descartar un residuo del circuito de utilización. Los residuos se han de eliminar sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos o métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

- **Fermentación:** Transformación de compuestos orgánicos en compuestos más simples y/o inorgánicos por la acción de microorganismos.

- **Fracción Orgánica de Residuos** Parte de los residuos constituida por desperdicios de origen doméstico, como por ejemplo verduras, frutas, carnes, pescados, harinas o derivados, etc., susceptible de degradarse biológicamente, y también por los residuos de jardinería y poda. Se designa así, por extensión, a todo el contenido del contenedor especializado destinado a la recogida segregada de materia orgánica o contenedor marrón.

- **Generación:** La acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo.

- **Generador:** Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo.
- **Lixiviados:** Los líquidos que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos sólidos y que contienen sustancias en forma disuelta o en suspensión que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositen residuos sólidos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua.
- **Medio Ambiente:** Marco animado e inanimado en el que se desarrolla la vida de los seres vivos. Abarca seres humanos, animales, plantas, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como los valores de estética, ciencias naturales e histórico culturales.
- **Orgánico:** Pertenece o derivado de los organismos vivos. Que pertenece a los compuestos químicos que contienen carbono.
- **Planta de Compostaje:** Centro donde se elabora el compost a partir de los residuos sólidos.
- **Planta de selección y tratamiento:** La instalación donde se lleva a cabo cualquier proceso de selección y tratamiento de los residuos sólidos para su valorización o, en su caso, disposición final.
- **Prevención:** La reducción de la cantidad y la nocividad para el medioambiente de los materiales y sustancias utilizados en los envases y sus residuos. Los envases y residuos de envases el proceso de producción, en la comercialización, distribución, la utilización y la eliminación. En particular, mediante el desarrollo de productos y técnicas no contaminantes.
- **Proceso:** El conjunto de actividades físicas o químicas relativas a la producción, obtención, acondicionamiento, envasado, manejo, y embalado de productos intermedios o finales.
- **Proceso de degradación:** Proceso por el cual la materia orgánica contenida en la basura sufre reacciones químicas de descomposición (fermentación y oxidación) en las que intervienen microorganismos dando como resultado la reducción de la materia orgánica y produciendo malos olores.
- **Producción Limpia:** Proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la

eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos

- **Recolección selectiva:** Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor.
- **Recolección:** La acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final.
- **Recuperación:** Sustracción de un residuo a su abandono definitivo. Un residuo recuperado pierde en este proceso su carácter de "material destinado a su abandono", por lo que deja de ser un residuo propiamente dicho, y mediante su nueva valoración adquiere el carácter de "materia prima secundaria".
- **Recursos naturales renovables:** Bienes que tienen la capacidad de regenerarse por procesos naturales. Entre ellos se encuentran la luz, el aire, el agua, el suelo, los árboles y la vida silvestre.
- **Reducción:** Las actividades de diseño, fabricación, compra o uso de materiales para reducir la cantidad de residuos sólidos que se generan.
- **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.
- **Residuos orgánicos:** Los residuos orgánicos son los residuos de comida y restos del jardín. Son todos aquellos residuos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores.
- **Residuos vegetales:** Residuos de origen vegetal, procedentes de jardinería, poda de parques y jardines urbanos, limpieza de bosques, etc.
- **Tratamiento:** Conjunto de operaciones por las que se alteran las propiedades físicas o químicas de los residuos.
- **Tratamiento biológico:** El tratamiento que se enfoca básicamente a los residuos orgánicos, como los alimentos o los residuos del jardín.

### 6.3 MARCO LEGAL

Como dice Puerta<sup>7</sup> la normatividad en materia de residuos sólidos orgánicos es amplia debido a que abarca leyes , políticas, decretos y resoluciones, entre otros, tendientes a reglamentar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Colombia. A continuación se resumen en orden cronológico:

- **Leyes, políticas, decretos y resoluciones sobre residuos sólidos**

La normatividad más relevante se describe a continuación:

- **Ley 99 de diciembre 22 de 1993.** Elaborada por el Congreso de la República de Colombia. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Una de las funciones del Ministerio es regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural.

- **Normatividad sobre residuos sólidos orgánicos en Colombia**

**Decreto 2202 de 1968:** expedido por la Presidencia de la República. Por el cual se reglamenta la industria y comercio de los abonos o fertilizantes químicos simples, químicos compuestos, orgánicos naturales, orgánicos reforzados, enmiendas y acondicionadores del suelo, y se derogan unas disposiciones.

- **NTC 2581. 89-06-21.** Abonos o fertilizantes. Determinación de carbonatos totales y proporciones aproximadas de carbonatos de calcio y magnesio en calizas y calizas dolomíticas. Establece ensayos.
- **NTC 3795. 95-08-23.** Fertilizantes sólidos. Derivación de un plan de muestreo para la evaluación de una entrega grande.

---

<sup>7</sup> PUERTA ECHEVERRI, Silvia. Evaluación física, química y microbiológica del proceso del compostaje de residuos sólidos urbanos, con microorganismos nativos y comerciales en el municipio de Venecia (Ant). Medellín: Tesis de Maestría en Biotecnología. 2007. p.43-52.

- **NTC-ISO 8633. 95-08-23.** Fertilizantes sólidos. Método de muestreo simple para lotes pequeños. Define un plan de muestreo para el control de las cantidades de fertilizante sólido de máximo 250 t y presenta el método a emplear. Se aplica a todos los fertilizantes sólidos a granel o empacados.
- **NTC-ISO 8634. 95-08-23.** Fertilizantes sólidos. Plan de muestreo para la evaluación de una entrega grande. Fertilizantes sólidos. Plan de muestreo para la evaluación de una entrega grande.
- **NTC 234. 96-11-27.** Abonos o fertilizantes. Método de ensayo para la determinación cuantitativa del fósforo. Contiene definiciones, requisitos, métodos de ensayo e informe.
- **NTC 4150. 97-06-25.** Abonos o fertilizantes. Método cuantitativo para la determinación del nitrógeno amoniacal por titulación previo tratamiento con formaldehído. Establece un método cuantitativo para determinar el contenido de nitrógeno amoniacal en abonos o fertilizantes.
- **NTC 4173. 97-06-25.** Fertilizantes sólidos y acondicionadores del suelo. Ensayo de tamizado. Especifica un método para la determinación, mediante ensayos de tamizado, la distribución del tamaño de partículas de los fertilizantes sólidos y los acondicionadores de suelos.
- **NTC 4175. 97-06-25** Fertilizantes sólidos. Preparación de muestras para análisis químicos y físicos. Especifica los métodos para la preparación de las muestras o porciones de muestras requeridas para los ensayos químicos o físicos de fertilizantes sólidos. Contiene definiciones, aparatos, rotulado y reporte de preparación de muestra.
- **NTC 370. 97-08-27.** Abonos o fertilizantes. Determinación del nitrógeno total. Establece el método para determinar el contenido de nitrógeno total en abonos o fertilizantes. Contiene definiciones y ensayos.
- **NTC 35. 98-03-18.** Abonos y fertilizantes. Determinación de la humedad. Del agua libre y del agua total. Establece los métodos para determinar el contenido de humedad, agua libre y agua total en abonos o fertilizantes. Contiene definiciones y ensayos.
- **NTC 202. 01-08-01.** Métodos cuantitativos para la determinación de potasio soluble en agua, en abonos o fertilizantes y fuentes de materias para su fabricación. Establece los métodos cuantitativos para la determinación del contenido de potasio soluble en agua, en abonos o fertilizantes y fuentes. De materias primas, para su fabricación.

- **NTC 1927. 01-10-31.** Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Definiciones. Clasificación y fuentes de materias primas. Define los términos relacionados con fertilizantes, acondicionadores del suelo, fuentes de materias primas, y sus clasificaciones.
- **Resolución 074 de 2002:** elaborada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Por la cual se establece el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaquetado, etiquetado, Almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos. El prefijo BIO únicamente puede ser utilizado en acondicionadores orgánicos registrados para agricultura ecológica, que involucren microorganismos en su composición.
- **Resolución ICA No. 00150** del 21 de enero de 2003. Expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario. Por el cual se adopta el reglamento técnico de fertilización y acondicionadores de suelos para Colombia.
- **NTC 40. 03-03-19.** Fertilizantes y acondicionadores de suelos. Etiquetado. Establece los requisitos que debe cumplir el etiquetado de los envases y embalajes destinados para fertilizantes y acondicionadores de suelos.
- **NTC 5167. 2004-05-31.** Productos para la industria agrícola. Materiales orgánicos usados como fertilizantes y acondicionadores del suelo. Establece requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como fertilizantes o como acondicionadores del suelo. Reglamenta los limitantes actuales para el uso de materiales orgánicos, los parámetros físico químicos de los análisis de las muestras de materia orgánica, los límites máximos de metales y enuncia algunos parámetros para los análisis microbiológicos.

## **7. ALCANCE Y LIMITACIONES**

De acuerdo al diagnóstico establecido para el compostador en la comunidad educativa Summerhill School, se hace necesario realizar una selección del terreno frente a la cantidad de residuos orgánicos generados en la zona de alimentación del colegio, de esta manera el montaje será condicionado a las necesidades del mismo.

Se debe involucrar a la comunidad educativa como alternativa de concientización frente al aprovechamiento de los recursos.

## **8. METODOLOGÍA**

### **8.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS EN LA INSTITUCIÓN.**

La elaboración del diagnóstico sobre el manejo de los residuos sólidos en el Colegio Summerhill School se desarrolla cumpliendo con cada uno de los componentes de la Gestión Integral de Residuos Sólidos establecidos en el Decreto 1713 de 2002, Estos componentes son la generación (almacenamiento, recolección interna, y presentación), recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final. Para complementar esta información se inicia con una descripción general de la institución y sus procesos generativos.

En este documento se presenta el diagnóstico general de la institución en torno al manejo de los residuos sólidos orgánicos al interior de ella, la caracterización y aforo, sitios de almacenamiento temporal y final, rutas de evacuación existentes. Al final del diagnóstico se presentan una serie de conclusiones y se expresan unas recomendaciones que pueden ser de utilidad en el normal desarrollo del plan en la institución.

Para lograr un buen diagnóstico se desarrolló una metodología basada en trabajo de campo comprendida por una encuesta, visitas técnicas, caracterización y aforo de los residuos presentados para disposición final, y otras actividades de oficina como revisión bibliográfica, cálculos y análisis de resultados.

#### **8.1.1 Reconocimiento de la institución**

El reconocimiento de la institución se realizó a través de una entrevista con la coordinadora del servicio de alimentación, luego se hizo un recorrido por todas las instalaciones con el ánimo de reconocer los procesos generadores, administrativos y de mantenimiento, su ubicación y tipo de instalaciones.

##### **8.1.1.1 Visitas de inspección**

En la institución se realizaron visitas con el ánimo de obtener información primaria de diversas situaciones, por ejemplo la identificación del recorrido utilizado para la recolección de los residuos sólidos orgánicos desde los puntos de generación y almacenamiento temporal hasta el almacenamiento final, identificación y cuantificación de los recipientes de almacenamiento



intermedio de los residuos sólidos orgánicos ,salones, comedores y área de cocina , entre otra serie de visitas que generaron mucha información.

#### **8.1.1.1 Caracterización y aforo**

De acuerdo con la normatividad ambiental existente, Decreto 1713 de 2002, el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, entre otros, los residuos sólidos se dividen en dos grandes grupos a saber: residuos peligrosos y residuos no peligrosos, los cuales a su vez se diferencian básicamente entre orgánicos, reciclables y no reciclables, de acuerdo con sus características. Las actividades de caracterización y aforo se constituyen en piezas fundamentales en la elaboración del diagnóstico y el plan de manejo de los residuos sólidos.

La metodología desarrollada para la caracterización de los residuos sólidos en el Colegio Summerhill School se extrajo fundamentalmente del RAS 2000. Esta metodología corresponde fundamentalmente con los siguientes pasos:

- Dar a conocer el proceso al personal de servicios generales y definirles su participación en el mismo.
- Definir los grupos de generadores de residuos, por ejemplo oficinas, salones de clase, comedores , cocina, etc
- Separar los residuos por tipo de generador y rotular sus empaques.
- Recoger los residuos de los acopios temporales y llevarlos al acopio central.

#### **8.1.1.3 En el momento de la caracterización se hace lo siguiente:**

- Se cierra el lugar de trabajo.
- Se selecciona una de las áreas de la institución y se pesan sus residuos.
- Se vacían los residuos en el piso y se hace una gran mezcla, se origina un círculo, el cual se divide en 4 lados iguales, se toman dos opuestos y se sacan del proceso, los dos restantes repiten el procedimiento anterior hasta tres veces.
- Se clasifican uno a uno los materiales generados, al final se vuelven y se pesan estos y se proyectan al total de residuos del área trabajada.
- Se ordena la zona de trabajo y se repiten los pasos anteriores con otra de las áreas de la institución.
- A los residuos especiales se les hizo básicamente una medición de cantidades.
- El aforo se realizó pesando todos los residuos generados y el material reciclable que se llevan al lugar de almacenamiento final.

## **8.2 GENERACIÓN DE RESIDUOS**

En términos generales, la generación de residuos sólidos orgánicos en el Colegio Summerhill School responde a un patrón semanal similar, ya que los procesos de generación se llevan a cabo de forma diaria, debido a que los todo el personal de la institución ( administrativos , docentes , alumnos y servicios generales) toman el servicio de alimentación

Este componente dentro de la Gestión Integral de los Residuos corresponde a todos los residuos generados por la institución, estos son:

- Los residuos reciclables que se comercializan mensualmente.
- Los restos de alimentos (aguamasa) que son llevados por un particular diariamente.
- Los residuos generados por la enfermería que son dispuestos junto con los que se lleva la empresa de basuras del municipio de Cota

### **8.2.1 Generación de residuos en el restaurante y zonas de comida**

Este componente representa el 70 % del total de residuos sólidos generados en la institución; lo conforman el restaurante escolar, ya que esta presta el servicio de alimentación en onces, almuerzo y medias nueves, a todo el personal de la institución.

Se genera un alto porcentaje de residuos de comida preparada y de la preparación (conocida como aguamasa, diariamente salen en promedio 120 kg al igual que cantidades importantes de material reciclable, como cartón, envases de vidrio y de plástico.

### **8.2.2 Caracterización de los residuos sólidos**

La caracterización consiste en determinar físicamente los diversos tipos de residuos generados por la institución y que están presentes en el lugar de almacenamiento definitivo. La caracterización es fundamental ya que permite identificar claramente los residuos sólidos generados por la institución, proponer los tipos de tratamientos que se pueden tener, minimizar la generación de residuos y verificar el estado de los planes de manejo de los residuos o los programas de separación que existan.

Mediante el aforo es posible determinar las cantidades de materiales generados y sus pesos de tal manera que permita verificar esta situación con el cobro que hace la empresa prestadora del servicio de aseo de la ciudad.

Durante esta caracterización se separaron los residuos recolectados de acuerdo con la siguiente clasificación:

- Materia orgánica: restos de alimentos, frutas y verduras, madera, follaje.



**Grafica 3 Canecas de recolección residuos orgánicos**



**Grafica 4 Perspectiva de lugar de acopio**

### **8.3 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO**

- La separación de los residuos sólidos, sin ser bien realizada por parte del personal de la institución, logra acumular una gran cantidad de materiales reciclables que son entregados a terceros y no dispuestos en relleno sanitario.
- El personal de aseo realiza su labor de manera adecuada, aunque debe manejar los recipientes instalados para la separación de los residuos sólidos.
- Aunque la separación del papel en los salones se hace efectiva, aún mucho material que puede ser reciclable, incluyendo papel, es mezclado con material que no lo es.

- Gran parte del material orgánico generado en el restaurante zonas de comida es reutilizado por personas externas. Sin embargo, aún hay un peso significativo de este material que puede ser también reutilizado bajo este mismo concepto.
- En términos generales, la recolección de los residuos sólidos se realiza de manera adecuada, tanto por el personal de aseo como por el de mantenimiento.
- El lugar de almacenamiento tiene algunas dificultades, las cuales se evidencian en el poco espacio que éste tiene para almacenar la gran cantidad de residuos generados.
- La separación del cartón y del papel dentro de la institución funciona bien pero puede ser mucho mejor
- Se desperdicia mucha comida y esto queda reflejado en la cantidad de residuos orgánicos que se encontraron en las canecas del Colegio.
- El interés del personal del Colegio por participar en este proceso es notable y ha hecho posible realizar esta actividad.
- Se requiere acondicionar el sitio del almacenamiento final de los residuos en la institución, ya que el espacio se quedó pequeño para la cantidad de residuos generados.
- Es necesario acondicionar los sitios de acopio temporal, con canecas bien marcadas y mensajes alusivos al proceso que se adelanta, además con procesos de verificación en la utilización de estos recipientes

### **8.3.1 Huertos Urbanos y Jardineras**

De acuerdo al diagnóstico realizado, sobre los residuos sólidos orgánicos recolectados en la institución, los huertos urbanos combox, podrían ser utilizados para cultivar sus propias verduras y hortalizas en un balcón o terraza, o también como jardinera para cualquier tipo de planta, arbusto o árbol.

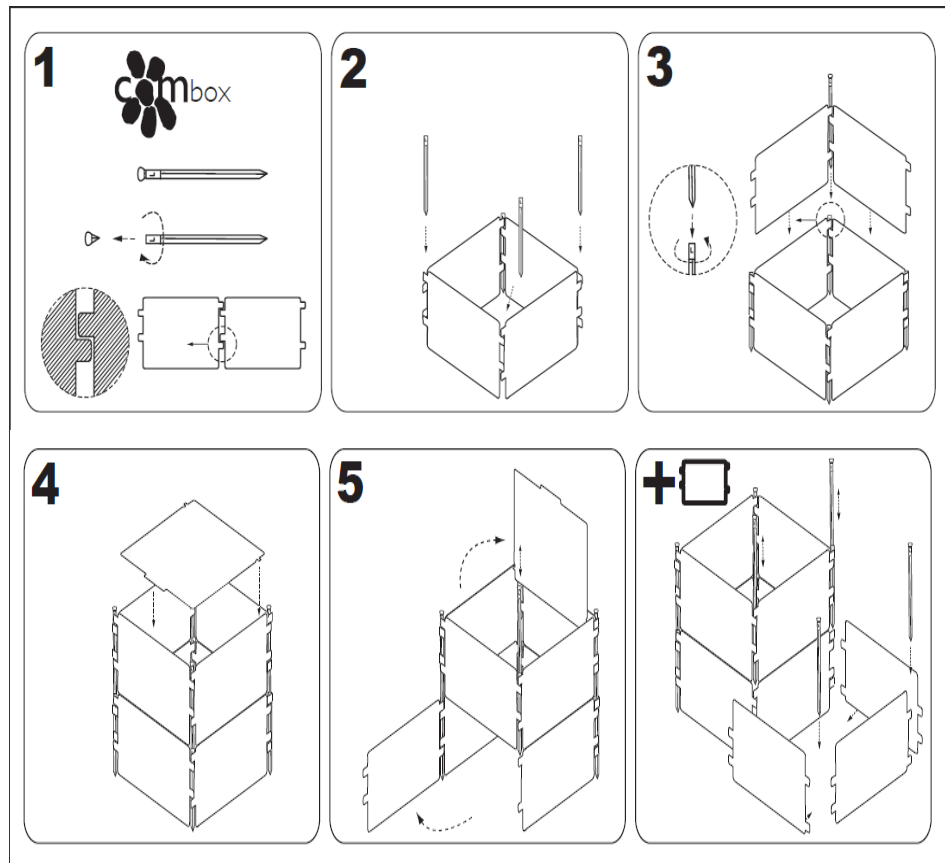
Los huertos urbanos combox son modulares, compartimentables y ampliables.

Su diseño modular se adapta a los diferentes espacios disponibles y permite múltiples combinaciones de piezas y ampliaciones con formas y capacidades ilimitadas, a partir de un módulo básico de 150 litros. (ver gráfica 4)

Están fabricados en su totalidad con plásticos reciclados y reciclables procedentes de residuos post-consumo. El resultado es un producto 100% reciclado, reciclador y reciclable.

Incluyen una base con orificios de drenaje que permiten la salida del agua de riego.

**Grafica 5 Diseño preliminar del compostador  
(www.compostadores.com)**



## Grafica 6 Diseño compostador armado (WWW.compostadores.com)



### 9. RESULTADOS” TECNICAS E INSTRUMENTOS”

El combox es un compostador eco-diseñado y el primero de la nueva generación de compostadores modulares, compartimentales y ampliables. No tiene límites de tamaño ni de forma, se adapta a todo tipo de jardines y huertos.

Terrazas , balcones, ya que incorpora una base de recogida con lixiviados. El combox permite convertir residuos en recursos por partida triple, en su fabricación.. utilizando plástico procedente de la recogida selectiva urbana y otros materiales, siempre post , pos consumo en su función recicladora, ya que transforma los residuos orgánicos en compost.

**Grafica 7 Diseño armado, en el lugar seleccionado**



## Compostador



**Grafica 8 Compostador modular**



**Grafica 9 Preparación del compost**

## 9.1 REQUERIMIENTOS PARA EL COMPOSTADOR

### ➤ Qué se necesita para hacer compost



Para hacer compost es necesario:

- **COMPOSTADOR** de plástico 100% reciclado y reciclable. Sería un contrasentido que fuera fabricado con materiales vírgenes!
- **AIREADOR DE COMPOST** para mezclar, airear e incluso tomar muestras sin abrir ningún conlleva.
- **TIJERAS DE PODAR** para cortar las ramas pequeñas que se añaden como material estructurante.
- **PALA** para extraer el compost maduro.
- **BIOTRITURADORA** para triturar las ramas demasiado grandes que no se pueden cortar a mano.
- **CRIBA** para separar los restos más grandes o aún no deshechas del compuesto fin ya terminado.
- **TERMÓMETRO** para controlar la temperatura del compuesto en sus diferentes fases.



## GRAFICA 10 PROCESO DE COMPOSTAJE



## 10. CONCLUSIONES

- La separación de los residuos sólidos, sin ser bien realizada por parte del personal de la institución, logra acumular una gran cantidad de materiales reciclables que son entregados a terceros y no dispuestos en relleno sanitario.
- El Sistema abierto o tradicional sería el más adecuado para la institución donde los sustratos a compostar se disponen en pilas que pueden estar al aire libre o cubiertas.
- La técnica del compostador imbox eco – diseñado servirá como alternativa en la elaboración del compostaje, a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en la institución educativa.

## 11.RECOMENDACIONES

### ➤ **Ambientales**

- La calidad de compostaje doméstico es mejor que la de una planta industrial ya que la selección previa para el compostaje doméstico es más cuidadosa. Cada etapa del proceso es supervisada por el beneficiario de la obtención del compost final.

### ➤ **Sociales**

- Supone una vía interesante de educación y concienciación ambiental, ya que permite visualizar la responsabilidad individual sobre los residuos y permite participar en la solución de una problemática importante.

## BIBLIOGRAFIA

- Comisión Europea,2000 Ejemplos de buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos.
- EXPERIENCIA EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ...  
[www.bvsde.paho.org/coursea\\_reas/e/fulltext/xii.pdf](http://www.bvsde.paho.org/coursea_reas/e/fulltext/xii.pdf)
- Instituto Superior de investigación y Docencia para el Magisterio. Teoría y Metodología de la Planeación Educativa. Proyecto Escolar: DE EDUCACIÓN AMBIENTAL, COMPOSTA PARA LA REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS. Luis Francisco Cornejo González. Mixto Uno. Dr. Farfan Guadalajara, Jalisco a 2 de abril de 2011.
- TMECC Method 02.02-A. 2002. Sample mixing and splitting. In: The United States Composting Council. Test Methods for the Examination of Composting and Compost, N.Y., USA.
- <http://www.compostadores.com/>
- <http://www.asociaciongrama.org/documentacion/manuales/Manual%20del%20Buen%20Compostador%20GRAMA.pdf>
- [www.bibliociencias.cu/gsd/collect/revistas/index/assoc/.../doc.pdf](http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/revistas/index/assoc/.../doc.pdf)
- [www.cempre.org.co/Documentos/LESGILACIONFINAL/2011](http://www.cempre.org.co/Documentos/LESGILACIONFINAL/2011)
- [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)
- [www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria](http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria)
- TMECC Method 02.02-A. 2002. Sample mixing and splitting. In: The United States Composting Council. Test Methods for the Examination of Composting and Compost, N.Y., USA.

