

FORMACIÓN DE UNA CULTURA ECOLÓGICA EN LA ESCUELA:
TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN ABONOS DE
BUENA CALIDAD, COMO UNA ALTERNATIVA PARA DISMINUIR EL
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR ESTOS RESIDUOS.

PAOLA MAYERLY PIMIENTA RUEDA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2004

FORMACIÓN DE UNA CULTURA ECOLÓGICA EN LA ESCUELA:
TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN ABONOS DE
BUENA CALIDAD, COMO UNA ALTERNATIVA PARA DISMINUIR EL
IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR ESTOS RESIDUOS.

PAOLA MAYERLY PIMIENTA RUEDA

Monografía para optar el título de Especialista en Química Ambiental

Directora
Ing. LUZ HOLANDA GARCÍA CASTAÑO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2004

*A Dios, por ser la luz en mi vida en
los momentos de oscuridad,
y por guiarme en este camino*

*A mi madre, con todo mi amor, por su
apoyo incondicional*

In memoriam de Camilo Andrés Leuro

Paola Mayerly

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus más sinceros agradecimientos a:

Ing. Luz Holanda García, Gerente Fundación Semilla Nueva y directora de esta monografía, por su apoyo y dedicación.

Dr. Jairo Augusto Rey Vesga, Jefe de Operaciones, Fundación Cambridge, y Dra. María del Pilar Díaz Gordillo, Administradora, Colegio Nuevo Cambridge, por su valiosa colaboración.

A todo el personal del Área de Mantenimiento del Colegio Nuevo Cambridge, especialmente a Francisco Arenas, por su colaboración y servicio.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de este proyecto.

CONTENIDO

	pág
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEORICO	17
1.1 RESIDUOS SÓLIDOS	17
1.1.1 Evolución de los residuos sólidos	17
1.1.1.1 Concepto	17
1.1.1.2 Desarrollo histórico de la problemática de los residuos sólidos	17
1.1.1.3 Desarrollo de la gestión de residuos sólidos	19
1.1.1.3.1 Elementos funcionales de un sistema de gestión de residuos sólidos	20
1.1.2 Tipos y composición de los residuos sólidos	22
1.1.2.1 Tipos de residuos sólidos según su origen	22
1.1.2.2 Composición de los residuos sólidos	23
1.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO: EL COMPOSTAJE	26
1.2.1 Concepto	26
1.2.2 Propiedades	26
1.2.3 Materias primas	27

1.2.4	Parámetros importantes en el proceso de compostaje	28
1.2.5	El compost: Producto final	31
1.2.5.1	Tipos y utilización del compost	32
1.2.6	Construcción de la pila de compostaje	33
1.2.6.1	Compostaje doméstico	35
2.	METODOLOGÍA	37
2.1	UBICACIÓN, DISEÑO Y MONTAJE DE LA COMPOSTERA	37
2.1.1	Ubicación	37
2.1.2	Diseño	39
2.1.3	Montaje	39
2.2	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO	44
2.3	MULTIPLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN LA COMUNIDAD	44
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	47
3.1	SEGUIMIENTO DEL PROCESO	47
3.1.1	PH	47
3.1.2	Temperatura	47
3.1.3	Humedad	51
3.2	PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO	52
3.2.1	Caracterización del producto final	52

3.2.2 Semillero	53
3.3 MULTIPLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN LA COMUNIDAD	53
4. CONCLUSIONES	54
5. RECOMENDACIONES	55
6. BIBLIOGRAFÍA	58

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Fuentes de residuos sólidos en la comunidad	24
Tabla 2. Programación curso de capacitación del grupo de multiplicadores del Colegio Nuevo Cambridge – F/blanca.	45
Tabla 3. Resultados de las variaciones de temperatura durante el desarrollo del experimento	48
Tabla 4. Análisis químico del producto final obtenido	52

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Esquema general del proyecto de compostaje en el Colegio Nuevo Cambridge – F/blanca	38
Figura 2. Diseño de la pila de compostaje tipo pórtico	40
Figura 3. Fotografía de los residuos sólidos orgánicos de la planta de alimentos del Colegio Nuevo Cambridge – F/blanca	41
Figura 4. Fotografía de la preparación de la mezcla de materiales para la pila de compostaje	42
Figura 5. Fotografía pila de compostaje Colegio Nuevo Cambridge – F/blanca	43
Figura 6. Fotografía abono orgánico obtenido al final del Proceso (compost)	50

LISTA DE GRÁFICAS

	pág
Gráfica 1. Resultados de las variaciones de temperatura durante el desarrollo del proceso	49

TITULO: FORMACIÓN DE UNA CULTURA ECOLÓGICA EN LA ESCUELA: TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN ABONOS DE BUENA CALIDAD, COMO UNA ALTERNATIVA PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR ESTOS RESIDUOS.*

AUTOR: PIMIENTA RUEDA., Paola Mayerly. **

PALABRAS CLAVES: Residuos sólidos orgánicos, reciclaje, compostaje, abonos de buena calidad

CONTENIDO: El creciente desarrollo de la industria y las actividades humanas intensivas y extensivas inadecuadas, han generado múltiples inconvenientes ambientales, especialmente en lo relacionado con el manejo de los residuos sólidos orgánicos. Por esta razón, la necesidad de encontrar soluciones a esta problemática, ha despertado el interés por fortalecer la conciencia hacia el cuidado del medio ambiente.

La escuela es el lugar indicado para que germine la semilla educativa; son los niños y los adolescentes, libres de compromisos y prejuicios culturales, los indicados para transmitir a la sociedad la urgente necesidad de modificar conductas que van en contra de la calidad ambiental y la salud de la población. A través de prácticas de reciclaje y compostaje, así como la producción de abonos de buena calidad, se ofrece una alternativa que conjuga el aprovechamiento de los recursos, la capacidad de observación y análisis de los educandos, y las condiciones de trabajo propias del escenario escolar para la implementación de un programa de formación de cultura ecológica que beneficie a toda la comunidad.

El enfoque propuesto implica una concepción del mundo, del hombre y de la vida, que posibilita, con el rigor científico y técnico que brinda la investigación, hallar las alternativas socialmente viables que se necesitan para este fin.

* Monografía Especialización en Química Ambiental

** Facultad de Ciencias, Escuela de Química; Ing. Luz Holanda García Castaño

TITLE: FORMATION AN ECOLOGICAL CULTURE IN THE SCHOOL: TRANSFORMATION OF SOLID ORGANIC RESIDUE INTO GOOD QUALITY MANURE AS AN ALTERNATIVE TO DIMINISH THE ENVIRONMENTAL IMPACT GENERATED BY THESE RESIDUE.

AUTOR: PIMIENTA RUEDA, Paola Mayerly **

KEYWORDS: solid organic residue, recycling, composting, good quality manure

CONTENT: The growing development of the industry and the intensive and extensive inadequate human activities, have generated multiple environmental inconveniences, especially in the aspects related with the handling of the solid organic residue. For this reason, the necessity of finding solutions to these problems, have wakened up the interest by strengthening the conscience toward the care of the environment.

The school is the suitable place for the educational seed to germinate; children and adolescents, free of commitments and cultural prejudices, are the ones to transmit to society the urgent necessity of modifying conducts that go against the environmental quality and the health of the population. Through recycling and composting practices, as well as the production of good quality manure, is offered an alternative that conjugates the use of the resources, the observation and analysis capacity of students, and school working conditions for applying a formation program on ecological culture that benefits the whole community.

The suggested approach implies a conception of the world, man and life, that enables, with the scientific and technical rigor that investigation offers, to find the socially viable alternatives that are needed for this end.

* Monography of Specialization in Environmental Chemistry

** Faculty of Science, School of Chemistry; Ing. Luz Holanda García Castaño

INTRODUCCIÓN

El manejo integral de los problemas asociados a la disposición final de los residuos sólidos urbanos en los países en vías de desarrollo y aún en los desarrollados, es un tema que mantiene ocupados a muchos expertos y gobiernos del mundo.

El aspecto crítico del problema se relaciona principalmente, con la viabilidad técnica y económica de las alternativas de solución que se proponen y se utilizan en diferentes lugares del mundo y de Colombia, como son los rellenos sanitarios. El aspecto técnico más limitante, se relaciona con el componente orgánico de los residuos sólidos urbanos que dependiendo de cada comunidad, constituye entre el 52 y el 82% del total del peso de los desechos que llegan a los rellenos. Son los desechos sólidos orgánicos los que generan los lixiviados y el biogás que contaminan todo el ambiente periférico y no permiten la estabilización de los rellenos sanitarios.

El impacto ambiental que conllevan estos lixiviados sobre los ecosistemas es enorme, ya que ponen en grave riesgo la salud pública de los ciudadanos, eroga la biodiversidad faunística y florística, contaminan las aguas subterráneas y limita las

posibilidades de desarrollo sostenible económico y social de las comunidades y, por ende, de las regiones.

La búsqueda de modelos sostenibles apropiados y apropiables para las comunidades de la región, inducen a replantear los enfoques de los sistemas de producción que hoy se practican en el mundo entero, sugiriendo la implementación de una actividad conservacionista del recurso natural y del medio ambiente y que integre la sociedad civil tanto de productores como de consumidores.

Por esto, se plantea una propuesta que contribuya a la disminución de los grandes volúmenes de residuos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios, a través del desarrollo de prácticas de reciclaje, compostaje y producción de abonos de buena calidad. El contexto escolar, es un excelente escenario para esta propuesta, ya que puede convertirse en una enriquecedora experiencia pedagógica, que permita la utilización de estas “materias primas” para la elaboración de productos que puedan ser reincorporados en las cadenas productivas; además de generar espacios de participación activa y solidaria que acrecientan la integralidad de los educandos como personas, ciudadanos, profesionales y científicos del mañana.

Es así que se desarrolla el proyecto denominado: “Proyecto piloto para direccionar el manejo integral de los residuos sólidos en el Municipio de Floridablanca – Santander”, ejecutado por la Fundación Semilla Nueva y cofinanciado por el Fondo para la Acción Ambiental, que hace parte de la “Iniciativa para las Américas”, estrategias de apoyo a proyectos ambientales, que tiene su origen en el acuerdo bilateral entre el gobierno de Estados Unidos y la República de Colombia, suscrito en 1993 para aplicar la figura de “cambio de deuda por naturaleza”.

Esta propuesta contempla la capacitación de 1600 usuarios del servicio de aseo del sector de Cañaveral (F/blanca), en la separación de los residuos sólidos desde la fuente . Para lograr esto, se capacitó a 50 jóvenes de grado décimo del Colegio Nuevo Cambridge, institución educativa ubicada dentro del sector, donde aproximadamente el 40% de sus estudiantes son residentes en la zona y por tanto, beneficiarios y multiplicadores de la propuesta en la comunidad.

Además, surge la necesidad de enfatizar en la separación de los residuos sólidos orgánicos y en el biotratamiento que se le puede dar a estos. Por esto, se decide hacer una demostración a pequeña escala de una pila de compostaje, para que los estudiantes puedan concientizarse y transmitir a su comunidad el verdadero alcance de la propuesta y de esta manera, la universidad se vincula en el desarrollo de proyectos de beneficio comunitario de carácter ambiental.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 RESIDUOS SÓLIDOS

1.1.1 EVOLUCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

1.1.1.1 Concepto. Los residuos sólidos comprenden todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles y superfluos. En términos generales, **residuo sólido** comprende tanto la masa heterogénea de los desechos de la comunidad urbana como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales. Es decir, la acumulación de los residuos sólidos es una consecuencia directa de la vida (7).

1.1.1.2 Desarrollo histórico de la problemática de los residuos sólidos. Desde los días de la sociedad primitiva, los seres humanos y los animales han utilizado los recursos de la tierra para la supervivencia y la evacuación de los residuos. En tiempos remotos, la evacuación de los residuos humanos –y otros- no planteaba un problema significativo, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno para la asimilación de los residuos era grande.

Los problemas de la evacuación de residuos pueden ser trazados desde los tiempos en que los seres humanos comenzaron a congregarse en tribus, aldeas y comunidades, y la acumulación de residuos llegó a ser una consecuencia de la vida. El hecho de arrojar comida y otros residuos sólidos en las ciudades medievales –la práctica de arrojar a las calles sin pavimentos, carreteras y terrenos vacíos- llevo a la reproducción de ratas, con la consecuente epidemia de la peste bubónica o Muerte Negra, que mató a la mitad de los europeos del siglo XIV. No fue hasta el siglo XIX cuando las medidas de control de salud pública llegaron a ser de una consideración vital para los funcionarios públicos, quienes empezaron a considerar que los residuos de comida tenían que ser recogidos y evacuados de una forma sanitaria para controlar los roedores y otros vectores de enfermedades.

El desarrollo de una sociedad tecnológica, a partir de la Revolución Industrial, desafortunadamente, incrementó el problema de evacuación de residuos sólidos resultantes. Los modernos adelantos tecnológicos aumenta el uso de plásticos y otros materiales, y el consumo de comidas congeladas, que reducen la cantidad de residuos de comida en la casa, pero incrementan las cantidades, en las plantas de procesamiento.

La relación entre la salud pública y el almacenamiento, recogida y evacuación inapropiados de residuos sólidos está muy clara. Además fenómenos ecológicos

como la contaminación del aire y del agua, también han sido atribuidos a la gestión inapropiada de los residuos sólidos a través del tiempo. Aunque la naturaleza tiene la capacidad de diluir, extender, degradar, absorber o, de otra forma, reducir el impacto de los residuos no deseados en la atmósfera, en las vías fluviales y en la tierra, existen desequilibrios ecológicos allí donde se ha excedido la capacidad de asimilación natural (7).

1.1.1.3 Desarrollo de la gestión de residuos sólidos. La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de los residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales. Dentro de su ámbito, la gestión de residuos incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación, de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos. Las soluciones pueden implicar relaciones interdisciplinarias complejas entre campos como la ciencia, el urbanismo, la política, la planificación regional, la geografía, la economía, la salud pública, la sociología, la demografía y las comunicaciones, así como la ingeniería (7).

1.1.1.3.1 Elementos funcionales de un sistema de gestión de residuos sólidos.

Los problemas asociados a la gestión de residuos sólidos en la sociedad actual son complejos, por la cantidad y la naturaleza diversa de los residuos, por el desarrollo de zonas urbanas dispersas, por las limitaciones de fondos para los servicios públicos, por los impactos de la tecnología y por las limitaciones emergentes de energía y materias primas. En consecuencia, la gestión de residuos sólidos hay que realizarla de una forma eficaz y ordenada y los aspectos implicados deben ser identificados, ajustados y comprendidos claramente.

Las actividades asociadas a la gestión de residuos sólidos, desde el punto de generación hasta la evacuación final, han sido agrupados en seis elementos funcionales: 1) generación de residuos; 2) manipulación y separación de residuos, almacenamiento y procesamiento en el origen; 3) recogida; 4) separación, procesamiento y transformación de los residuos sólidos; 5) transferencia y transporte; 6) evacuación. Los elementos funcionales se ilustran en la Figura 1.

- **Generación de residuos.** Abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y o bien son tirados o recogidos juntos para su evacuación.

- **Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen.** Implica la manipulación de residuos y la separación de los residuos involucra las actividades asociadas con los residuos hasta éstos son colocados en los contenedores de almacenamiento para la recogida. Es importante desde el punto de vista de las especificaciones de los materiales, para la reutilización y el reciclaje.
- **Recogida.** Involucra la recogida de los residuos sólidos y materiales de reciclaje al lugar donde se realizará el procesamiento y/o transformación respectiva, según su naturaleza.
- **Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos.** Implica la recuperación de materiales separados y el procesamiento de los componentes de los residuos sólidos, y la transformación del residuos sólido. El procesamiento frecuentemente incluye: la separación de objetos voluminosos, utilizando cribas; la reducción del tamaño, mediante trituración; la separación de materiales féreos, utilizando imanes; la reducción del volumen, por compactación. Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y peso de los residuos y para recuperar productos de conversión y energía. La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU) puede ser transformada mediante una gran variedad de procesos químicos y biológicos. El proceso de transformación química más

frecuente es la incineración, que se usa conjuntamente con la recuperación de energía, en forma de calor. El proceso de transformación biológica más comúnmente utilizado es el compostaje aerobio.

- **Transferencia y transporte.** Comprende la transferencia y transporte de los residuos desde el sitio del origen a un lugar de procesamiento o evacuación. Para esto se pueden utilizar vehículos (pequeños o grandes), de acuerdo a las distancias a recorrer.

- **Evacuación.** La evacuación de los residuos sólidos mediante los vertederos controlados o la extensión en superficie es el destino último de todos los residuos, bien sean residuos urbanos recogidos y transportados directamente a un lugar de vertido o materiales residuales de instalaciones de recuperación de materiales o rechazos de la combustión de residuos sólidos, o compost, u otras sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento de residuos sólidos (7).

1.1.2 TIPOS Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

1.1.2.1 Tipos de residuos sólidos según su origen.

Los orígenes de los residuos sólidos en una comunidad están, en general, relacionados con el uso del suelo y su localización. Aunque pueden desarrollarse un número variable de clasificaciones

sobre los orígenes, las categorías más comunes son: 1) doméstico, 2) comercial, 3) institucional, 4) construcción y demolición, 5) servicios municipales, 6) zonas de plantas de tratamiento, 7) industrial, y 8) agrícola. Las fuentes de residuos sólidos en la comunidad, se presentan en la Tabla 1.

1.1.2.2 Composición de los residuos sólidos. Composición es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentaje en peso. La información sobre la composición de los residuos sólidos es importante para evaluar las necesidades de equipo, los sistemas y los programas y planes de gestión.

Los parámetros que se pueden analizar son la composición física, la densidad aparente, el porcentaje de humedad, el poder calorífico y la composición química de los residuos.

La determinación de la composición física presenta los porcentajes de varias fracciones de residuos: papel, cartón, madera, trapos, cuero, plástico duro, plástico blando, materia orgánica, metales ferrosos, metal no ferroso, vidrio y otros.

Tabla 1. Fuentes de residuos sólidos en la comunidad

Fuente	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de residuos sólidos
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura. Unifamiliares y multifamiliares	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, baterías, pilas, aceite, neumáticos), residuos domésticos peligrosos
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales (ver párrafo superior), residuos peligrosos.
Institucional	Escuelas, colegios, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	(Como en comercial)
Construcción y Demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.	Madera, acero, hormigón, ladrillo, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, playas y parques, otras zonas de recreo.	Residuos especiales, basura, barredura de calles, recortes de árboles y plantas, residuos generales de parques y otros sitios de recreo.
Plantas de tratamiento	Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industrial	Residuos de planta de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales y residuos peligrosos.
Agrícola	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos de cosecha, basura, residuos peligrosos.

Tchobanoglous, G. et al. Gestión Integral de Residuos Sólidos. McgrawHill, 1994

Esta clasificación suministra los datos para un estudio de aprovechamiento de las diversas porciones, por ejemplo, los residuos sólidos orgánicos pueden ser utilizados para la elaboración de compost.

La determinación de la densidad aparente relaciona la masa y el volumen de los residuos y permite el dimensionamiento del sistema de recolección y tratamiento, determina la capacidad volumétrica de los medios de recolección, transporte y disposición final.

El porcentaje de humedad es la cantidad de agua contenida en la masa de residuos; su determinación es necesaria para la selección del tipo de tratamiento, ya que influye notablemente sobre el poder calorífico y la densidad, así como en la velocidad de descomposición de los materiales biodegradables presentes.

El poder calorífico es la cantidad de calor generada por la combustión de 1Kg de residuo. Este parámetro es necesario para diseñar sistema de incineración.

El estudio de la composición química aporta los datos necesarios para realizar una disposición final adecuada, de acuerdo a los niveles de los elementos como: N, P, K, S, Ca, relación C/N, pH y sólidos volátiles (7).

1.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO: EL COMPOSTAJE

1.2.1 Concepto. La compostación es la degradación bioquímica de materiales orgánicos. Convierte biológicamente los desechos sólidos orgánicos en materia estable, con apariencia de humus.

La compostación o compostado, también llamado tratamiento bacteriológico, es el método de aprovechamiento de los residuos más antiguo que existe. Se basa en la fermentación bacteriana de materias orgánicas, en presencia de aire. Los agentes de este proceso son organismos termófilos aeróbicos y el producto resultante es de tipo húmico (2,6).

1.2.2 Propiedades. Puede definirse el compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico. Se destacan entre sus propiedades:

- La mejora notoria en las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.
- Su utilización incrementa la retención de agua por parte del suelo.
- La materia orgánica que aporta al suelo, disminuye la cantidad de fertilizantes químicos requeridos y estimula el crecimiento vegetal.

- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.
- La actividad biológica acelera la descomposición de minerales insolubles como los fosfatos (2).

1.2.3 Materias primas. Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

- Restos de cosecha. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc., son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas y tallos, etc., son menos ricos en nitrógeno.
- Poda de pastos y árboles frutales. Es preciso triturarlos antes de su incorporación a la pila, ya que trozos de gran tamaño alargan el tiempo de descomposición.
- Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de frutas y hortalizas, restos de animales de matadero, etc.

- Estiércol animal. Se destaca el estiércol de vaca, aunque también son muy utilizados los estiércoles de gallina, caballo y ovejas (2).

1.2.4 Parámetros importantes en el proceso del compostaje. La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce su esterilización la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica, involucra una parte de degradación o descomposición y, otra de reajuste o síntesis de nuevos productos.

El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), y la intervención del hombre se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso.

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- Mesolítico. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen descender el pH.
- Termofílico. Cuando se alcanza una temperatura de 40°C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60°C estos primeros microorganismos termófilos desaparecen y aparecen los actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.
- De enfriamiento. Cuando la temperatura comienza a descender, reaparecen los hongos termófilos iniciales que reinvaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- De maduración y estabilización. Es un período que requiere varios meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus. Es necesario prevenir la proliferación de microorganismos patógenos que puedan contaminar el producto final (2, 6)

La capacidad carbono - nitrógeno (C/N) tiene un impacto importante sobre la capacidad de los microorganismos a la hora de descomponer los materiales residuales. Para fermentarse de forma eficaz, la materia prima debe proporcionar estos elementos en cantidades necesarias que permitan la respiración y reproducción de los microorganismos. Una relación C/N en el rango 20 - 35 es la mejor.

La actividad biológica que se produce en la pila de compost da lugar a tamaños de partículas más pequeñas y mayores densidades. Son típicos los cambios de densidad que van desde los 30 y 60 Kg/m³ para los materiales entrantes hasta los 890 y 1068 Kg/m³ para el compost final. El volumen del compost final a menudo supone tan sólo el 25% del volumen de los materiales entrantes. La reducción del volumen esta provocada parcialmente por una reducción de la masa. La respiración microbiana que tiene lugar en el proceso de compostaje provoca la pérdida de hasta la mitad de la masa por formación de dióxido de carbono y agua (5).

Otro parámetro importante es el pH. Los desechos orgánicos tienen un pH de 5.0 a 7.0. Después, debido a la rápida producción de ácidos volátiles, el pH desciende a un valor entre 4.0 y 4.5 en los dos primeros días. A medida que avanza el proceso,

el pH se eleva, tornándose alcalino, hasta obtener un valor entre 8.0 y 9.0. Luego, si se continúa el proceso, el pH se ajusta a un valor cercano a 7.0 (1).

1.2.5 El compost: producto final. El compost es el material estable que resulta de la biodegradación de la materia orgánica en procesos de compostaje.

El compost es el abono natural más utilizado en el mundo, ya que proporciona a la tierra la materia orgánica precisa, la cual tiene parte prominente en la formación del suelo y es un factor en la determinación de sus características químicas, físicas y microbiológicas.

Químicamente los abonos orgánicos mejoran el suelo sirviendo de fuente de abastecimiento de elementos nutritivos para las plantas, entre ellos: carbono, fósforo, nitrógeno, potasio, magnesio y otros elementos menores que se encuentran en bajas concentraciones. El nitrógeno aumenta el crecimiento y calidad de la planta; ayuda a la asimilación de otros nutrientes; forma parte de la clorofila y otras proteínas. El fósforo estimula el rápido desarrollo de raíces y el crecimiento de las plantas; ayuda en la formación de las semillas y aumenta su poder germinativo. El potasio ayuda a que las plantas sean más resistentes a las enfermedades.

Entre los efectos físicos se tiene: aumento del poder de retención de humedad de los suelos, fomenta la granulación de los mismos mejorando de esta manera la aireación e infiltración, estructura de los suelos sueltos y compactados.

El compost aporta al suelo un número importante de microorganismos y es una fuente nutritiva para ellos. El número de microorganismos presentes en el suelo va a depender de que tipo sea éste, ya que un suelo fértil es rico en nutrientes y por ello, en microorganismos; siendo lo contrario en un suelo poco fértil (1).

1.2.5.1 Tipos y utilización del compost. Pueden encontrarse dos tipos de compost:

- Compost maduro. Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo, pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menor que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.
- Compost joven. Esta poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien ese tipo de compost (maíz, tomate, pepino y calabaza). También se utiliza en los casos en los que existe una cantidad muy elevada de

restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del nuevo cultivo (2).

1.2.6 Construcción de la pila de compostaje. Las pilas deben hacerse en un sitio apropiado, bajo techo, superficie levemente inclinada y firme, de fácil acceso y rodeado de barreras naturales. Las construcciones de las composteras pueden variar de acuerdo al sistema elegido, pero existen algunas características que son comunes a todas.

Para obtener un abono orgánico de buena calidad se sugiere mezclar homogéneamente con la ayuda de una pala limpia los residuos orgánicos (animales y vegetales) y minerales, y se disponen en forma de pila o montón.

La humedad es un factor que se debe controlar y mantener permanentemente alrededor de 60 - 70%, para evitar excesos que conduzcan a la pérdida de nutrientes por lavado y reduzcan la actividad de las poblaciones de microorganismos aerobios.

La humedad de la pila se controla mediante la “prueba del puño” que consiste en tomar un puñado de la mezcla de los residuos y comprimirla y observar: si escurre agua gota a gota por entre los dedos, la pila tiene la humedad adecuada; cuando

hay un exceso, brotará gran cantidad de agua y se hace necesario reducirla permitiendo que la pila reciba aire, pero no los rayos del sol directamente; cuando no sale agua por entre los dedos y la mezcla se desmorona al abrir la mano, indica que esta muy seca y es necesario rehumedecerla.

Una vez elaborada la pila y cuando esta tenga la humedad adecuada, se procede a protegerla con un techo a manera de cambuche, para evitar que los rayos solares afecten a los microorganismos y para evitar la deshidratación o sobrehidratación por agua lluvia y lavado de nutrientes.

Cuando la temperatura de la pila desciende y se observa una pasta de color café oscuro, con un olor a tierra mojada, se considera que el proceso de descomposición y transformación ha terminado, y se dispone de **abono orgánico** de buena calidad, el cual debe extenderse en capas delgadas, a la sombra y protegido de la lluvia, durante 2 a 3 días con el fin de bajar la humedad a 35 – 40%.

Finalmente, el abono así obtenido se pasa por un tamiz para mejorar la granulometría y facilitar la aplicación uniforme en el suelo. El abono orgánico es más eficiente entre más pronto se incorpore al suelo, ya que así se evitan pérdidas de Nitrógeno por volatilización, o de Potasio por lixiviación, entre otros (2).

1.2.6.1 Compostaje doméstico. El compostaje de los materiales generados *in situ* en propiedades particulares o residenciales se denomina **compostaje doméstico**, porque normalmente se realiza en el jardín o detrás de la casa. Sin embargo, este término ha llegado a incluir una amplia gama de actividades, incluyendo el compostaje *in situ* realizado en empresas, instituciones educativas y bloques de apartamentos.

El compostaje doméstico presenta algunas ventajas, entre ellas:

- Costo: Puede ser utilizado por el generador u otros con poco o ningún gasto.
- Eficacia: Las materias primas y el producto final no tienen que salir del punto de generación.
- Beneficios: El producto final (compost) es muy beneficioso para casi cualquier tipo de suelo en forma de enmienda o semillero.

La gestión de la pila de compost doméstico consiste en colocar las materias primas y airear el material. Si se pueden utilizar diversas materias primas a la vez, por ejemplo, hojas, recortes de hierba, residuos de cocina, deben añadirse a las pilas en capas. Si solamente se añade un tipo de material, este material debe añadirse en capas con el compost parcialmente acabado, o en pequeñas cantidades de suelo.

El compostaje doméstico puede realizarse utilizando:

- Pilas libres, que es el método menos costoso
- Formas cúbicas hechas de madera, bloques de hormigón u otros materiales
- Fosos o depresiones; en climas secos pueden ser útiles para evitar pérdidas de humedad
- Barriles o tambores que pueden rotar frecuentemente para fomentar la mezcla
- Vallas de alambre que pueden emplearse para proporcionar un cerramiento temporal o ajustable
- Bolsas de plástico (anaerobiamente) para contener el compost, con adición de agua (para materias secas), nitrógeno (para materiales con altas relaciones C/N) y cal (para compensar la mayor cantidad de ácidos orgánicos generada por el proceso anaerobio) (5).

5. METODOLOGÍA

Para la ejecución, el proyecto se realizó en tres etapas (Figura 1):

1. Ubicación, diseño y montaje de la compostera
2. Producción y utilización del abono orgánico
3. Multiplicación de la propuesta en la comunidad educativa

2.1 UBICACIÓN, DISEÑO Y MONTAJE DE LA COMPOSTERA.

2.1.1 Ubicación. Para el montaje de la pila de compost, se utilizaron las instalaciones del Colegio Nuevo Cambridge de Floridablanca, una institución educativa con aproximadamente 700 estudiantes, distribuidos en pre-escolar, primaria y bachillerato. Sus instalaciones cuenta con una planta de preparación de alimentos, que abastece las meriendas y los almuerzos de toda la comunidad: estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicios generales.

El sitio escogido para el desarrollo del experimento, fue el Área de Mantenimiento del colegio, ubicada en inmediaciones de la portería y de las canchas de baloncesto.

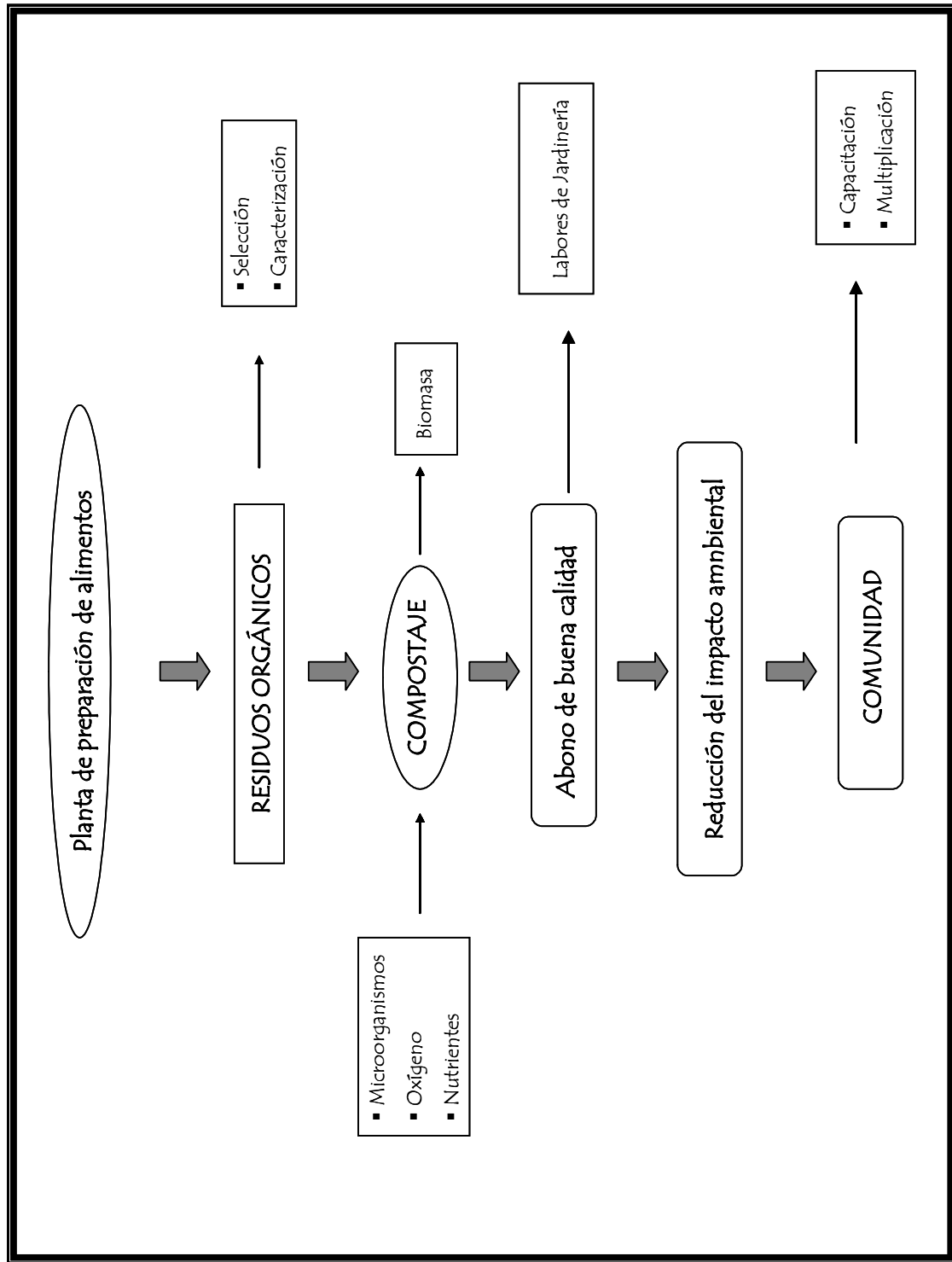


Figura 1. Esquema general del proyecto de compostaje en el Colegio Nuevo Cambridge – F/blanca.

Esta zona cuenta con buena iluminación y aireación, además de fácil acceso para el transporte de los residuos orgánicos que salen diariamente de la planta de alimentos.

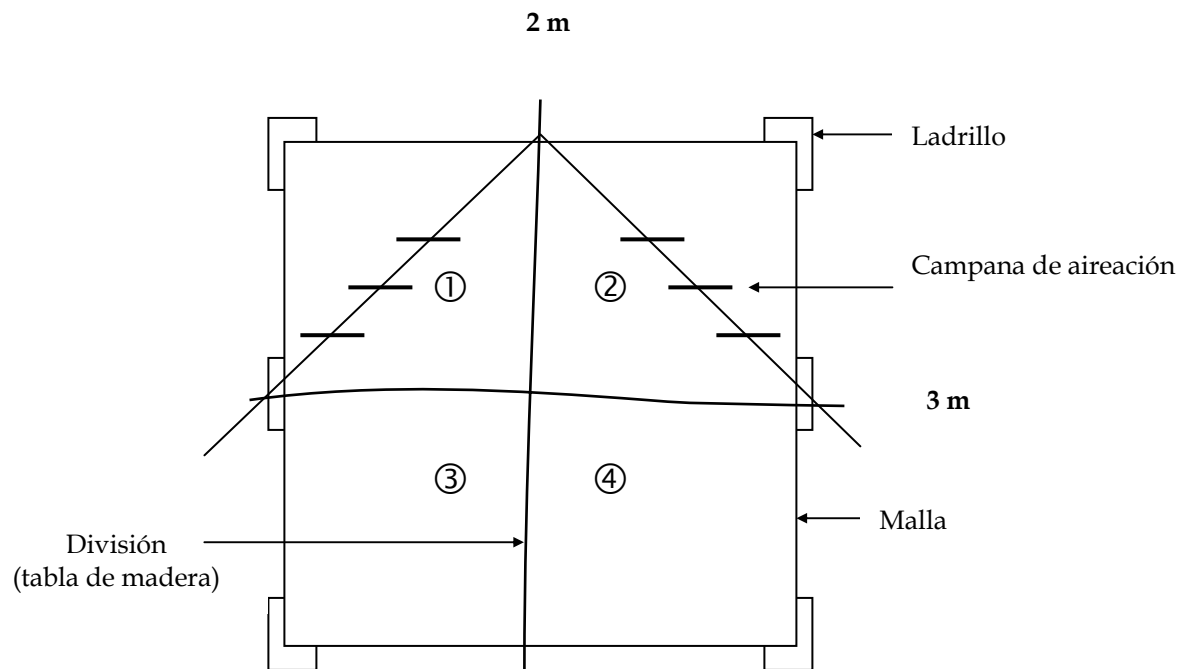
2.1.2 Diseño. Se implementa una pila de compost denominada “pila de fermentación, maduración y secado”, que es una tecnología que ha desarrollado la Fundación Semilla Nueva durante 9 años, la cual decanta los principios físicos, químicos y microbiológicos, que permiten optimizar el proceso de biodegradación de residuos orgánicos.

Para el montaje de la pila, se diseñó una pila tipo pórtico, para lo cual se delimitó con una malla un espacio de aproximadamente 3 x 2 m y se procedió a dividir el espacio en 4 cámaras con tablas de madera. Para evitar el proceso de volteo del material, se implementaron unas campanas (palos de madera colocados transversalmente en una cabuya), que genera pequeñas cavernas dentro del material, permitiendo la aireación permanente. Para protegerla de la lluvia y el sol, se cubrió toda la estructura con un plástico (Figura 2).

2.1.3 Montaje. Una vez terminada la estructura, se procedió a iniciar su llenado. Para esto, se utilizó los residuos orgánicos que se generan diariamente en la planta

de preparación de alimentos; previamente seleccionados y libre de otros materiales como plástico y vidrio (empaques y envolturas).

Figura 2. Diseño pila de compostaje tipo pórtico



La composición de estos residuos, dependía del menú que se preparara, teniendo en cuenta que el servicio de almuerzo cuenta con diferentes menús para cada día. Estos residuos eran principalmente: cáscaras de naranja y limón, de papa y plátano, de fruta; residuos de mazorca, de tomate y cebolla (Figura 3)

No se aplicó ningún tipo de tratamiento (picar o triturar), ya que la materia prima presentaba un tamaño homogéneo.

Figura 3. Fotografía de los residuos sólidos orgánicos provenientes de la Planta de Preparación de Alimentos del Colegio Nuevo Cambridge



Una vez separados en la fuente, se transportan hasta el sitio de la compostera, donde se mezclan con una solución de melaza, un compuesto enriquecido en microorganismos (bioestimulante húmico- SAVIA, producto fabricado por la Fundación Semilla Nueva y obtenido a partir de la estabilización de los lixiviados

generados por los desechos de plaza de mercado; dosificación 1L/Ton de desechos a biodegradar), hojas secas y/o residuos de poda, roca fosfórica (como aportante de Calcio y Fósforo) y suelo, (aportante de minerales) (Figura 4).

Figura 4. Fotografía de preparación de la mezcla de materiales para la pila de compostaje



El llenado de la pila se hizo durante 10 días (2 semanas de Lunes a Viernes) hasta que todas las cámaras estuvieron llenas y alcanzaban una altura aproximadamente de 80 - 100 centímetros. (Figura 5).

El peso de los residuos depositados al final del proceso de llenado, fue de 900 – 1000Kg aproximadamente (80 – 100 Kg por día, dependiendo de la cantidad de residuos dado el menú del día).

Para controlar la humedad de la pila se realizó la “prueba del puño”, que consiste en tomar un puñado de la mezcla de los residuos y comprimirla con la mano y observar: si escurre agua gota a gota por entre los dedos, la pila tiene una humedad adecuada (40 – 50%), cuando hay exceso, brota gran cantidad de agua; cuando no sale agua entre los dedos y la mezcla se desmorona al abrir la mano, el sustrato está demasiado seco.

Figura 5. Fotografía del montaje de la pila de compostaje



2.2 PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

El seguimiento del proceso de biodegradación de la materia orgánica se realizó durante 60 días. Durante este tiempo, se evaluó la humedad cada 3 días, controlando los excesos que se pudieran presentar, de tal forma que el proceso no se alterara. Igualmente, se realizó la lectura de la temperatura, en tres sitios diferentes de la pila (extremos y centro). Así mismo, se tomó registro de pH al iniciar y al terminar el proceso de biodegradación.

Una vez terminado el proceso, se procedió a implementar un semillero para plantas de jardín y lulo. Para esto, se utilizó un cajón de madera de 1m x 0.30 m en el cual se colocó el abono y las semillas.

Por último, se realizó un análisis de laboratorio de los principales parámetros químicos (%N, P, K y C) del producto final obtenido.

2.3 MULTIPLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN LA COMUNIDAD

Paralelo a las actividades experimentales, se trabajó con 50 jóvenes de los grados décimo del Colegio Nuevo Cambridge (dando cumplimiento al Servicio Social que deben realizar de acuerdo a la Secretaría de Educación), en talleres de capacitación acerca del manejo de los residuos sólidos. Estos talleres se realizaron en 22 horas,

distribuidas en varias jornadas realizadas en el colegio, de acuerdo a la programación presentada en la Tabla 2.

Tabla 2. Programación curso de capacitación del grupo de multiplicadores del Colegio Nuevo Cambridge – F/blanca.

TEMA	RESPONSABLE	ACTIVIDADES
1. Presentación del proyecto	Equipo ejecutor	- Proyección del video del “Proyecto piloto para direccionar el manejo integral de los residuos sólidos en el municipio de F/blanca”. - Áreas abordadas por el proyecto - Funciones de los jóvenes.
2. Residuos orgánicos	Técnicos UMATA F/blanca	- Programa agrícola que se realiza en F/blanca, en el uso de abonos e insumos orgánicos producidos a partir de desechos orgánicos de las plazas de mercado. - Proyección del video “Producción de abonos orgánicos en el municipio de F/blanca”.
3. Residuos inorgánicos	Equipo educativo del proyecto	- Clasificación de los residuos inorgánicos - Proyección del video “El reciclaje”. - Importancia de devolver estos materiales a las cadenas productivas.
4. Residuos sanitarios	Equipo educativo del proyecto	- Clasificación de los residuos sanitarios - Espacio de reflexión para aclarar ideas e interrogantes sobre el tema.
5. Deducción de estrategias a implementar en la comunidad de Cañaveral	Equipo educativo del proyecto	- Conformación de grupos de trabajo - Deducción de estrategias educativas - Realización de carteleros
6. Evaluación y refuerzo de conocimientos adquiridos	Equipo educativo del proyecto	Aplicación de cuestionario referente al manejo de los residuos sólidos
7. Puesta en marcha del proceso de multiplicación	Equipo educativo del proyecto	- Conformación de grupos - Asignación de conjuntos residenciales
8. Seguimiento y acompañamiento de los jóvenes	Equipo educativo del proyecto	- Informe visitas domiciliarias en cada conjunto - Avances e inconvenientes - Informe final - Entrega de certificados

Simultáneamente, con las visitas domiciliarias y la multiplicación de la propuesta en la comunidad de Cañaveral, se realizó la presentación del grupo de recicladores ASOMUFLO (Asociación de Mujeres Florideñas), a las distintas administraciones de los conjuntos residenciales. ASOMUFLO, es una entidad dedicada a la recuperación de materiales inorgánicos reciclables, que esta conformada por un grupo de mujeres cabezas de familia de los estratos 1 y 2 y algunas desplazadas de la violencia, que generan su sustento de esta actividad.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 SEGUIMIENTO DEL PROCESO

3.1.1 pH. El primer día de llenado, se registró una lectura de pH 4.5. A los tres días de comenzado el proceso se realizó un nuevo registro de 3.8, indicio de la actividad de los microorganismos mesófilos que rápidamente empiezan a multiplicarse y a liberar ácidos orgánicos, con la consecuente disminución del pH. Cuando la temperatura comienza a aumentar a más de 40° la actividad de los microorganismos mesófilos decae y el proceso es continuado por los termófilos. Esto hace que el pH se torne alcalino. Al final del proceso se registro un pH de 8.9.

3.1.2 Temperatura. El registro de las variaciones de la temperatura durante todo el proceso de compostaje se presenta en la Tabla 3.

El promedio de temperatura inicial fue de 38,3 ° y en los seis primeros días se incremento a 44.3°, indicio de la actividad de los microorganismos sobre el material.

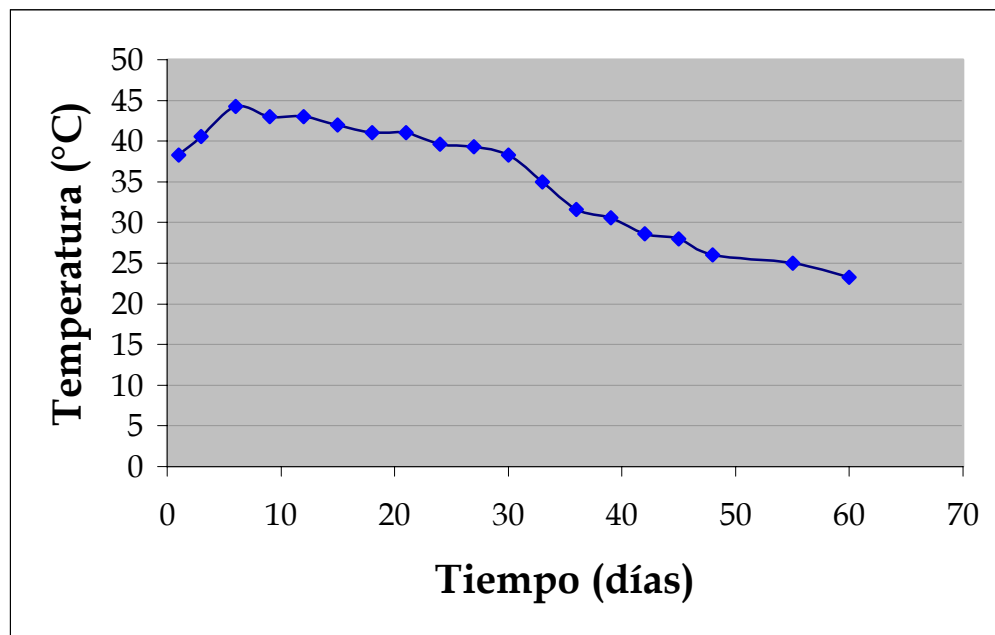
Tabla 3. Resultados de las variaciones de temperatura durante el desarrollo del experimento.

Tiempo (días)	TEMPERATURA (°C)			
	Extremo	Centro	Extremo	Promedio
1	39	38	38	38.3
3	40	42	40	40.6
6	45	45	43	44.3
9	42	45	42	43
12	42	45	42	43
15	42	42	42	42
18	40	42	41	41
21	40	43	40	41
24	39	40	40	39.6
27	38	40	40	39.3
30	36	40	39	38.3
33	32	38	35	35
36	30	34	31	31.6
39	30	32	30	30.6
42	28	30	28	28.6
45	28	28	28	28
48	26	26	26	26
55	25	25	25	25
60	22	25	23	23.3

La temperatura máxima registrada fue de 45° en el centro de la pila, probablemente por ser el sitio donde se concentraba la mayor población de microorganismos termófilos, que presentan un crecimiento óptimo a temperaturas que oscilan entre 45° - 50°C. En los extremos de la pila se presentó un delta de temperatura de aproximadamente 3° con respecto al centro, debido a que la aireación era un poco mayor dado la estructura de la pila, generando un flujo de

aire dentro del sistema que permitía que las masas de aire caliente se dispersaran más rápidamente y por tanto, no aumentará tanto la temperatura.

A lo largo de todo el seguimiento, las variaciones de temperatura, se muestran de acuerdo a lo esperado para este tipo de tratamiento (Gráfica 1), que pueden ser divididas en 4 etapas: a) la acción de los microorganismos mesófilos, b) la acción de los termófilos; c) etapa de enfriamiento; d) etapa de maduración y estabilización. Cuando la temperatura de la biomasa llega a valores cercanos a 30°C, se considera maduro y listo para recoger (Figura 6).



Gráfica 1. Resultado de las variaciones de temperatura durante el desarrollo del experimento.

Figura 6. Fotografía del abono orgánico obtenido al final del proceso (compost)



Cuando la temperatura comienza a descender, aparecieron sobre la pila algunos nemátodos y lombrices (incremento de la macrobiota) y se observa un material blando, de coloración café oscura, de apariencia similar a la tierra. No se presenta ningún tipo de olor desagradable, sino un olor a capote.

La transformación biológica aerobia general de los residuos sólidos se puede describir por medio de la siguiente ecuación:

Materia orgánica + O₂ + nutrientes + microorganismos → Nuevas células + CO₂
+ H₂O + NH₃ + SO₄⁻² + calor

3.1.3 Humedad. En cuanto a la humedad, se mantuvo aproximadamente entre los 40 - 50%, de acuerdo a la “prueba del puño”; sin embargo en los días más calientes, cuando la evaporación aumentaba, fue necesario regar la pila, para evitar la deshidratación y por tanto, la interrupción del proceso. Al final del experimento, las condiciones ambientales fueron favorables y no se presentó ningún problema con respecto a la humedad.

Al final del proceso, se observó una disminución significativa en el volumen inicial del material, debido a que la actividad biológica reduce el contenido de humedad del sustrato. Se obtuvo aproximadamente 350 Kg de compost, entre el 35 - 40% del volumen inicial.

No se presentaron problemas de moscas, roedores u otras plagas, ni olores desagradables; sólo olores asociados a un proceso fermentativo y no de putrefacción. No se presentaron lixiviados.

3.2 PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO

3.2.1 Caracterización del producto final. Los resultados del análisis de laboratorio que se realizaron en la muestra de compost, se presentan en la Tabla 4. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio Químico de Consultas Industriales de la Universidad Industrial de Santander – UIS.

Los resultados obtenidos en los parámetros evaluados están dentro de los rangos esperados de acuerdo a la literatura consultada, que pueden ser utilizados con fines agrícolas, para mejoramiento de los suelos. Un abono orgánico de buena calidad debe presentar una relación C/N de 25 a 30. Se consideran abonos de mala calidad, aquellos ricos en C y pobres en N o ricos en N y pobres en C.

Tabla 4. Análisis químico del producto final obtenido.

PARÁMETROS	RESULTADO
Nitrógeno (%N)	1.6
Fósforo (%P)	1.4
Potasio (%K)	2.2
Carbono (%C)	40.4
Humedad (%)	20
Relación C/N	25,2

3.2.2 Semillero. Se obtuvo una rápida germinación de las semillas colocadas y un buen desarrollo y porte de las plántulas, ya que presentan un buen enraizamiento y una coloración verde intensa. No se presentaron problemas fitosanitarios como hongos o insectos.

3.3 MULTIPLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN LA COMUNIDAD

Con respecto al trabajo realizado con los jóvenes en la comunidad del sector de Cañaveral, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Reconocimiento por parte de la comunidad del grupo ASOMOFLOR. Las administraciones de los conjuntos residenciales, permitieron que este grupo desarrollara su labor en los cuartos de aseo respectivos de cada conjunto, para hacer la recuperación del material reciclable. Inicialmente sólo tenían presencia en 4 conjuntos, pero con la motivación de los jóvenes, se hicieron presente en 9 conjuntos más, incrementando aún más la recuperación de materiales
- La comunidad inició el proceso de separación de residuos sólidos desde fuente, de acuerdo a las instrucciones dadas por los jóvenes en las visitas domiciliarias y se comprometió a continuar haciéndolo.

7. CONCLUSIONES

- ✓ La utilización de residuos sólidos orgánicos de origen doméstico en la producción de compost, representa una alternativa viable y económica, que contribuye a la disminución del impacto que estos generan en el ambiente, ya que se pueden procesar directamente en la fuente y de esta manera, reincorporar materiales orgánicos a las cadenas productivas.
- ✓ El proceso de biodegradación de los residuos sólidos en las condiciones dadas tuvo un resultado favorable, ya que se obtuvo un producto estable, de buena calidad, que puede ser utilizado no sólo en labores de jardinería, sino en prácticas agrícolas.
- ✓ El diseño implementado en la pila de compost al no requerir de volteo, optimiza los costos de producción en mano de obra, comparado con otras tecnologías que requieren de volteo cada 5 u 8 días.
- ✓ Dado el proceso de compostación que se utilizó (tipo pórico) no se presentaron valores de temperatura muy altos (máxima de 45°C), lo que permite más presencia de poblaciones de microorganismos en el compost (las altas

temperaturas limitan el crecimiento microbiano), que posteriormente pueden ser incorporados a los suelos y de esta manera mejorar la producción agrícola.

- ✓ La tecnología utilizada para el montaje de la pila, no genera ningún tipo de impacto, ya sea estético o de olores y/o plagas que puedan afectar de manera directa o indirecta a la comunidad. Por esto, se puede implementar en cualquier comunidad si se cuenta con las condiciones de espacio que se requieren.
- ✓ El Colegio Nuevo Cambridge fue un excelente escenario para este tipo de propuestas, ya que además del manejo que se hizo a los residuos orgánicos que se generaban, sirve de modelo a seguir para otras instituciones que presenten condiciones similares y de esta manera multiplicar la propuesta.
- ✓ Este proyecto permitió a los jóvenes participar como protagonistas en una iniciativa que aporta no sólo mejoramiento ambiental, sino social a la comunidad, ya que genero espacios laborales para pequeñas entidades como ASOMUFLOR.

- ✓ Cuando se trabaja conjuntamente, la escuela, la universidad y las entidades gubernamentales y no gubernamentales, se logran grandes beneficios para todos.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Implementar a gran escala y de manera permanente, una planta de tratamiento para los residuos sólidos orgánicos (pila de compost), que se generan en la planta de preparación de alimentos del Colegio Nuevo Cambridge.
- ✓ Multiplicar la propuesta a otras instituciones educativas con condiciones similares, y de esta manera generar una cultura ecológica y social, no sólo en el municipio de Floridablanca, sino en toda el área metropolitana.
- ✓ Vincular a la universidad, como protagonista en otros proyectos ambientales que contribuyan al mejoramiento socio-económico de la comunidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ, W. Producción acelerada de abono orgánico a partir de pulpa de café. Guatemala, 1992. Tesis de grado. Universidad de San Carlos. Facultad de Ingeniería.
2. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL GUAVIO - CORPOGUAVIO. El compostaje. Gachalá 2002. Gestión Ambiental.
3. CHAPARRO, E. Proyecto: Solución integral al problema de los residuos sólidos urbanos: Planta de Compostaje. Bucaramanga, 1997. HK. Agrodiseños.
4. LUNA, A. Opciones agroecológicas de manejo. Málaga - Colombia, 2003. CORPOICA. Centro de Investigación "El Arsenal". COLCIENCIAS.
5. LUND, H. Manual McGraw-Hill de reciclaje. Madrid- España, 1996. Volumen II. Editorial McGraw-Hill.
6. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - FENAVI - FONAV. Guía ambiental para el sector avícola. Colombia, 2002.
7. TCHOBANOGLOUS G. et al. Gestión integral de residuos sólidos y aguas residuales. Buenos Aires - Argentina, 1988. Editorial McGraw - Hill.

FUNDACIÓN SEMILLA NUEVA.

Luz Holanda García, Gerente.

Dirección: Miradores de San Lorenzo. Torre 2. Apto 403.

Teléfono: 6363791 - 3005601621.

Email: semillanueva@hotmail.com

