

**PRODUCCIÓN DE ACONDICIONADORES PARA SUELOS CON BASE EN
RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS MEDIANTE UN PROCESO DE
COMPOSTAJE**

**LEIDY ARREDONDO CEBALLOS
JOSÉ PABLO RESTREPO SALAZAR**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA
FACULTAD DE INGENIERÍAS, ANTIOQUIA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y
PELIGROSOS
CALDAS
2012**

**PRODUCCIÓN DE ACONDICIONADORES PARA SUELOS CON BASE EN
RESIDUOS ORGÁNICOS SÓLIDOS MEDIANTE UN PROCESO DE
COMPOSTAJE**

**LEIDY ARREDONDO CEBALLOS
JOSÉ PABLO RESTREPO SALAZAR**

**Monografía para acceder al grado de especialista
GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS**

**Asesor:
Diana Cardona Jaramillo**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA LASALLISTA
FACULTAD DE INGENIERÍAS, ANTIOQUIA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y
PELIGROSOS
CALDAS
2012**

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedicamos a nuestras familias, quienes nos han apoyado incondicionalmente.

A la sociedad como un aporte en la construcción de un mejor planeta y un compromiso con la preservación de un medio ambiente sano.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarnos vida para vivir esta experiencia, a nuestras familias por aportarle al desarrollo personal y profesional, a Diana Cardona Jaramillo nuestra asesora, por compartirnos sus conocimientos, por su gran apoyo, compromiso y dedicación, todo lo cual le aportó al aprendizaje personal.

A la Empresa Órganomezclas S.A., por compartir sus experiencias y aportar todo su conocimiento en materia de Residuos Sólidos Orgánicos.

A nuestros profesores(as), que nos regalaron conocimiento y aprendizaje de forma incondicional para nuestro crecimiento y formación ética y profesional.

A todas presentamos nuestros sinceros agradecimientos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. MARCO TEÓRICO	17
3.1 NORMATIVA.....	17
3.1.1 De carácter general.....	17
3.1.2 Servicio Público de Aseo	19
3.1.3 Sectoriales Sanitario y Ambiental	20
3.1.4 Recursos financieros.....	23
3.1.5 Regulación del Servicio Público de Aseo.....	24
3.1.6 Normas de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico–CRA sobre la prestación del servicio público de aseo.....	25
3.1.7 Legislación Departamental.....	26
3.1.8 Otras normas referentes a los residuos sólidos orgánicos y su aprovechamiento y transformación en productos	26
3.2 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN OTRAS PLAZAS DE MERCADO DEL PAÍS (DISTRITO CAPITAL).....	26
3.2.1 Corabastos.....	27
3.2.2 Paloquemao.....	28
3.2.3 Codabas.....	28
3.3 PROCESO DE COMPOSTAJE	28
4. METODOLOGÍA	31
4.1 ACTIVIDADES A DESARROLLAR	31
4.1.1 Recopilación de información	31
4.1.2 Selección y análisis de alternativas	32
4.1.3 Actividades complementarias	32
4.2 PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE COMPOSTAJE	33
4.2.1 Selección del área	33
4.2.2 Zonas de proceso	33
4.2.3 Infraestructura.....	34
4.2.4 Maquinaria, instrumentación y herramientas	37
4.3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	41
4.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO.....	41
4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	42

5.	ANÁLISIS DEL CASO.....	43
5.1	DIAGNOSTICO DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CENTRAL MAYORISTA.....	43
5.1.1	Reseña histórica	43
5.2	SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	43
5.2.1	Separación de los residuos.....	46
5.2.2	Recolección y movimiento interno de los residuos	48
5.2.3	Almacenamiento y presentación	51
5.2.4	Sistema de tratamiento	53
5.2.5	Disposición final	53
6.	RESULTADOS.....	55
6.1	PROCESO TÉCNICO DEL COMPOSTAJE	55
6.1.1	Métodos de control de calidad	62
6.1.2	Recurso humano.....	65
6.1.3	Medidas higiénicas para operarios y visitantes.....	67
6.2	PRODUCTO FINAL	68
7.	CONCLUSIONES	72
8.	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFÍA.....	76

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. PLANO DEL ÁREA DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE.....	36
Imagen 2. TRITURADOR	38
Imagen 3. TRITURADOR	38
Imagen 4. VOLTEADORA AUTO PROPULSADA BACKHUS.....	39
Imagen 5. TROMMEL.....	40
Imagen 7. ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CENTRAL MAYORISTA.....	46
Imagen 8. MATERIAL ORGÁNICO SEPARADO EN LA FUENTE DE LA CENTRAL MAYORISTA	47
Imagen 9. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS CENTRAL MAYORISTA	49
Imagen 10. CONTENEDORES DE RESIDUOS SÓLIDOS	49
Imagen 11. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ACOPIO DE LA CENTRAL MAYORISTA.....	50
Imagen 12. ACCESO AL ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS CENTRAL MAYORISTA	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES	42
Tabla 2. CARACTERIZACIÓN PROMEDIO DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS	57
Tabla 3. CALCULO DE MEZCLA COMERCIAL PARA COMPOSTAJE	57
Tabla 4. CALCULO DE MEZCLA PARA MATERIAL PROVENIENTE DE LA CENTRAL MAYORISTA	58
Tabla 5. RESULTADO DEL PRODUCTO FINAL VS NORMA.....	70

GLOSARIO

Teniendo en cuenta la diversidad de conceptos y formas de interpretación, para efectos de la presente Monografía, a continuación se indican los significados de algunos términos empleados.

AMBIENTE: Sistema de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, adaptándose al mismo, transformándolo y utilizándolo para satisfacer sus necesidades.

BASURA: Se entiende por basura todo residuo sólido o semisólido, putrescible o no putrescible, con excepción de excretos de origen humano o animal. Se comprenden en la misma definición los desperdicios, desechos, cenizas, elementos del barrido de calles, residuos industriales, de establecimientos hospitalarios y de plazas de mercados, entre otros.

BIODEGRADACIÓN: Acción de los procesos biológicos sobre sustancias naturales o manufacturadas, las cuales son descompuestas en constituyentes más simples que pueden ser incorporados a los ciclos biológicos de materiales en los sistemas ecológicos.

BIODIVERSIDAD: (Diversidad biológica): Variabilidad en las formas de vida, que se manifiesta en la heterogeneidad de especies, géneros, familias y otros niveles taxonómicos, a nivel de la biocenosis o del bioma. Sin embargo, la biodiversidad se refiere usualmente a la variabilidad en especies, constituyendo una expresión de madurez y estabilidad en la evolución de las comunidades hacia la suficiencia alimentaria y la autosostenibilidad.

BIOMASA: masa de organismos en cualquier nivel trófico, área o volumen de un ecosistema; se mide en cantidad de materia orgánica por unidad de superficie o de volumen. La biomasa vegetal es susceptible de utilización industrial para la producción de energía por combustión o para la producción de otras sustancias mediante procesos de fermentación.

COMPOST: producto obtenido de un proceso controlado de descomposición biológica, desarrollado por bacterias aeróbicas y otros microorganismos, actuando sobre la materia orgánica de diversos orígenes. El uso de compost constituye una alternativa al empleo de fertilizantes minerales y contribuye a mejorar la agro productividad de los suelos.

COMPOSTAJE: Proceso mediante el cual la materia orgánica contenida en los residuos generados se convierte a una forma más estable, reduciendo su volumen y creando un material apto para cultivos y recuperación de suelos.

CULTIVOS: Conjunto de vegetación manejada técnica e integralmente con el propósito de utilizarla en la alimentación o en la industria. Comenzó con la domesticación de las plantas en el inicio de la agricultura. Se utiliza, igualmente, como la acción de multiplicar artificialmente microorganismos (cultivos de hongos y bacterias) o la obtención de plantas a partir del cultivo de tejidos (cultivos in vitro).

DESCOMPOSICIÓN: Acción de reducir o transformar un compuesto en otro. Generalmente, la materia orgánica se transforma en compuestos inorgánicos simples por la acción de los microorganismos.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS: Es el proceso de aislar y confirmar los residuos sólidos en forma definitiva de tal forma que no produzca daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

EDUCACIÓN AMBIENTAL: Proceso formativo mediante el cual se busca que el individuo y la colectividad conozcan y comprendan las formas de interacción entre la sociedad y la naturaleza, causas y consecuencias de esta interacción, para que actúen en forma integrada y racional con su medio.

MATERIA ORGÁNICA: Material animal o vegetal incorporado a los componentes del suelo después de un proceso de descomposición, que permite mejorar las condiciones físico-químicas de los mismos.

MEDIO AMBIENTE: Sistema compuesto por los elementos naturales, sociales y culturales que existen en la tierra, sus permanentes interacciones y los resultados que de ellas se derivan.

MESÓFILOS: Microorganismos que funcionan óptimamente en un rango medio de temperatura.

RESIDUO: Es todo material que mediante cualquier forma de aprovechamiento se puede reincorporar al ciclo económico.

RESIDUO SÓLIDO: Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza, después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico.

TRATAMIENTO: Es el conjunto de acciones y tecnologías mediante las cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización, o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos a la salud humana en su disposición temporal o final.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO: El tratamiento biológico es la degradación del residuo orgánico por la acción de los microorganismos.

RESUMEN

Los residuos sólidos orgánicos constituyen cerca del 60% del volumen total de residuos sólidos urbanos que se producen, por tal motivo es primordial buscar una salida integral que contribuya al manejo adecuado de estos residuos orgánicos mediante el proceso del compostaje industrial, potenciando los productos finales de estos procesos y minimizando un gran número de impactos ambientales que conlleven a la sostenibilidad de los recursos naturales. Este trabajo define cada una de las etapas del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos durante el proceso del compostaje industrial, para obtener como producto final acondicionadores de suelos que cumplen con los parámetros de calidad de la normatividad existente; igualmente se compilan algunas experiencias del manejo de los residuos sólidos en las principales plazas del país, para orientar las actividades en la implementación de una manejo integral de los residuos sólidos de la Central Mayorista con el objetivo de procesar el 100% de los residuos orgánicos generados en ésta. La importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos empieza a adquirir una mayor dimensión por la acelerada generación de éstos y la necesidad de reutilizar materias primas desechadas, lo que motivó a hacer una investigación documental cuyo tema central es la producción de acondicionadores para suelos con base en residuos orgánicos sólidos mediante un proceso de compostaje industrial. En éste trabajo se agrupa la información más relevante acerca del manejo de los residuos sólidos de la Central Mayorista, y el proceso de compostaje para la producción de acondicionadores de suelos iniciando con el diagnóstico del manejo de los residuos sólidos en la Central Mayorista y finalizando con toda la información del proceso de compostaje industrial que se realiza para obtener un producto final de alta calidad.

PALABRAS CLAVES: APROVECHAMIENTO, RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS, COMPOSTAJE, CENTRAL MAYORISTA, COMPOST.

ABSTRAC

Organic solid waste constitute about 60% of the volume total of urban solid waste produced, therefore it is of great importance to search a comprehensive output to help manage adequate organic waste through industrial composting process, enhancing the end products of these processes and minimizing a large number of environmental impacts that lead to the sustainability of natural resources

This work defines each of the stages for take advantage of organic solid waste during the process of industrial composting, to obtain soil conditioners as the end product in order to meet the parameters of quality of existing regulations; some experiences in the management of solid waste in the wholesale food market places of the country, are also compiled to guide activities in the implementation of a comprehensive management of solid waste with the aim of processing 100% of organic waste generated in these places.

The importance of the use of organic waste begins to acquire a greater dimension because of their rapid generation and the need to reuse raw materials discarded, what motivated to make a documentary research whose central subject is the production of soil conditioners based on a process of industrial composting of solid organic waste. This work brings together the most relevant information on the handling of solid waste of the Central wholesale market place, and the composting process for production of soil conditioners, starting with the diagnosis of the management of solid waste in the Central wholesale and ending with the information of the industrial composting process that is performed to obtain a high quality final product.

KEYWORDS: UTILIZATION, SOLID ORGANIC WASTE, COMPOSTING, CENTRAL WHOLESALE, COMPOST.

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos en la Central Mayorista se han convertido en un problema económico y ambiental, por el atraso en la implementación del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos, generando al día de hoy inconveniente en manejo de los residuos orgánicos debido a que llegan a la planta de compostaje combinados con residuos no biodegradables; este motivo conduce a buscar soluciones de carácter logístico y ambiental para mitigar las afectaciones sobre el recurso suelo, aire, agua y deterioro del paisaje, por la inoportuna manipulación de éstos, que aunque se ha venido trabajando en el tema del adecuado manejo de los residuos sólidos no se ha logrado llegar al 100% de separación en la fuente.

El manejo de los residuos requiere una visión integral, esto implica, no solo disponer técnicamente de los desechos que se producen, sino hacer uso de aquellos residuos que pueden ser aprovechados e incorporarlos a la cadena productiva, tales como, materias primas y en consecuencia prevenir a que lleguen a los sitios de disposición final.

Es fundamental el papel que juega la comunidad, puesto que la separación de los residuos en la fuente es uno de los principales elementos que contribuyen para reducir el volumen de los residuos finales y así aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios, otra ventaja de este método es que se puede lograr una disminución significativa en los costos de la Central Mayorista por motivos de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

La finalidad de este proyecto es transformar los residuos sólidos orgánicos de forma que sea ambientalmente aceptable y económicamente viable, para así obtener un producto comercial de excelentes características. Por lo cual ha sido necesario estudiar los flujos proceso analizando: los materiales de entrada, las zonas de proceso, los materiales de rechazo y el producto final. La caracterización y cuantificación de estos materiales en relación a las diferentes tecnologías, capacidades de tratamiento y situaciones geográficas de las plantas, y sobretodo en lo que concierne a las diferentes formas de gestionarlas, puede permitir hacer un análisis minucioso de la situación actual del tratamiento de los residuos orgánicos susceptibles de aprovechamiento a escala industrial debido a la cantidad generada en la Central Mayorista.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo de los residuos sólidos realizado actualmente en la Central Mayorista, motiva a la búsqueda de alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante un proceso de tratamiento adecuado como puede ser el lombricultivo, tratamiento mecánico biológico y compostaje, para evitar malos manejos de los residuos sólidos orgánicos, la contaminación del medio ambiente, reducir su disposición en los rellenos sanitarios y prevenir los efectos perjudiciales sobre suelo, el agua, cubierta vegetal, el aire y salud pública.

Es un hecho que es de suma importancia el manejo de los residuos sólidos de forma técnica, un 60% de los residuos sólidos urbanos que se producen corresponden a desechos orgánicos, los cuales de no ser realmente bien aprovechados generan un costo muy alto en su disposición además de no aprovecharse económicamente debido a que el producto final si fuera separado en la fuente podría tener una buena aceptación en el mercado, como acondicionador orgánico de suelos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la elaboración de acondicionadores de suelos orgánicos mediante un adecuado proceso de compostaje con características comerciales.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar y promover estrategias para la separación en la fuente de los residuos sólidos orgánicos en la Central Mayorista.
- Seleccionar la materia prima de acuerdo con las características fisicoquímicas que se requieren para un proceso de compostaje industrial, de los residuos orgánicos provenientes de la Central Mayorista.
- Realizar la verificación en campo de la adecuada recepción de la materia prima y el desarrollo del proceso de compostaje en una planta de aprovechamiento de residuos orgánicos de tipo industrial.
- Caracterizar el producto final de acuerdo con la norma NTC 5167.
- Evaluar la viabilidad del producto final según los requerimientos del mercado que garantice su comercialización.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 **NORMATIVA**

3.1.1 **De carácter general¹**

- CONSTITUCIÓN POLÍTICA NACIONAL DE 1991: en sus diferentes artículos referentes al compromiso de parte del Estado en cuanto al cuidado y conservación del medio ambiente.
- LEY 732 DE 2002: adopción y aplicación de estratificaciones socioeconómicas urbanas y rurales.
- LEY 388 DE 1997: Ley de Ordenamiento Territorial.
- LEY 23 DE 1973: Por medio de la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente.
- LEY 810 DE 2003: Por medio de la cual se modifica la Ley 388 de 1997 en materia de sanciones urbanísticas y algunas actuaciones de los curadores urbanos y se dictan otras disposiciones.
- LEY 115 DE 1994: Por la cual se expide la Ley General de la Educación.
- DECRETO 2762 DE 2005: Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales.
- DECRETO 1600 DE 2005: Por el cual se reglamentan las disposiciones sobre licencias urbanísticas, reconocimiento de edificaciones y legalización de asentamientos humanos.²
- RESOLUCIÓN 00150 DE 2003: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.

¹ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Guía: Selección de tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos. 2002.

² MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Ras - 2000. Título F: Sistema de Aseo Urbano.

- RESOLUCIÓN NÚMERO 1096 DE 2000: Expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS.
- RAS 2000, Título A, Capítulo A.11.5 Sistemas de aseo urbano: el cual “contiene los requisitos técnicos de obligatorio cumplimiento para el diseño de sistemas de recolección, diseño de sistemas con y sin aprovechamiento, transporte y estaciones de transferencia, incineración, rellenos sanitarios y residuos peligrosos que forman parte de los sistemas de aseo urbano”.
- RAS 2000, Título A, Capítulo A.11.6 Aspectos complementarios: incluye actividades en cuanto a aspectos geotécnicos, de construcción, de vulnerabilidad y de reducción de riesgos, entre otros, Plan de Contingencias y operación y mantenimiento.
- RAS 2000, Título F Sistemas de Aseo Urbano: cuyo propósito es “fijar los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de aseo urbano que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado.”
- RAS 2000, Título I Componente Ambiental para los Sistemas de Acueducto, Alcantarillado y Aseo: que fija “los criterios básicos y requisitos mínimos³ ambientales que deben reunir las obras de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo que se desarrollen en la República de Colombia con el fin de minimizar o mitigar los impactos que se presentan en las actividades de su construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento, desmantelamiento, terminación y cierre, desde la misma fase de los diseños”
- RESOLUCIÓN 02309 DE 1986: por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la parte 4a. del Libro 1o. del Decreto Ley No. 2811 de 1974 y de los Títulos I, II y XI de la Ley 09 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales.
- POLÍTICA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: Ministerio del Medio Ambiente, 1997.

³ FUNDACIÓN COODESARROLLO. Manual para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en la Empresa, Cómo reducir costos e impacto ambiental. 1° edición.

- POLÍTICA NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA: Ministerio del Medio Ambiente, 1998.
- POLÍTICA NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL: Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Educación Nacional, 2002.

3.1.2 Servicio Público de Aseo

- LEY 142 DE 1994: Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios.
- LEY 286 DE 1996: Por medio del cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
- LEY 632 DE 2000: Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996.
- LEY 689 DE 2001: Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
- DECRETO 605 DE 1996, CAPÍTULO I DEL TÍTULO IV: Por medio del cual se establecen las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.
- DECRETO 891 DE 2002: Por medio del cual se reglamenta el artículo 9° de la Ley 632 de 2000. Áreas de Servicio Exclusivo-ASE.
- DECRETO 1713 DE 2002: Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- DECRETO 1140 DE 2003: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002.
- DECRETO 1505 DE 2003: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos y se dictan otras disposiciones. *Aprovechamiento* Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

- DECRETO 4741 DE 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral"
- DECRETO 838 DE 2005: Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- RESOLUCIÓN 424 DE 2001: Por medio de la cual se modifica las Resolución 1096 de 2000 que adoptó el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 1096 DE 2000: expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS.
- POLÍTICA AMBIENTAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS DE 2005

3.1.3 Sectoriales Sanitario y Ambiental⁴

- DECRETO-LEY 2811 DE 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- LEY 9ª DE 1979: Código Sanitario Nacional, es un compendio de normas sanitarias para la protección de la salud humana.
- LEY 99 DE 1993: 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.
- LEY 253 DE 1996: Por medio del cual se aprueba en Colombia el Convenio de Basilea. Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
- LEY 430 DE 1998: por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

⁴ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Guía: Selección de tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos. 2002.

- DECRETO 1541 DE 1978: Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
- DECRETO 02 DE 1982: Decreto reglamentario del Código de recursos naturales en cuanto a calidad del aire.
- DECRETO 1594 DE 1984: Por medio del cual se reglamenta parcialmente la Ley 9ª de 1979 y el Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos de aguas y residuos líquidos.
- DECRETO 948 DE 1995: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto 2811 de 1974; los artículos 41, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9ª de 1979, y la Ley 99 de 1993 en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire.
- DECRETO 2676 DE 2000: Por la cual se reglamenta el manejo integral de residuos hospitalarios.
- DECRETO 1609 DE 2002: Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
- DECRETO 2763 DE 2001: Por medio del cual se modifica el Decreto 2676 de 2000 sobre manejo integral de residuos hospitalarios y similares.
- DECRETO 1669 DE 2002: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000.
- DECRETO 321 DE 1999: Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia para atender eventos de derrame de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas.
- DECRETO 1220 DE 2005: Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
- DECRETO 4126 DE 2005: por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000, modificado por el Decreto 2763 de 2001 y el Decreto 1669 de 2002, sobre la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
- DECRETO 1443 DE 2004: El presente decreto tiene por objeto establecer medidas ambientales para el manejo de los plaguicidas, y para la prevención y el manejo seguro de los desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos, con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente.

- DECRETO 2820 DEL 05 DE AGOSTO DE 2010 (REEMPLAZA D. 1220 DE 2005): A nivel nacional es la principal norma de carácter ambiental que debe tenerse en cuenta para las actividades relacionadas con la obtención de Licencia Ambiental.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 150 DE 2003: Expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario, por la cual se adopta el Reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelo para Colombia.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 189 DE 1994: Expedida por el Ministerio de Medio Ambiente, por la cual se dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 541 DE 1994: Expedida por el Ministerio de Medio Ambiente, por la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 415 DE 1998: Expedida por el Ministerio de Medio Ambiente, por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desechos y las condiciones técnicas para realizar la misma.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 058 DE 2002: Expedida por el Ministerio de Medio Ambiente, establece normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos
- RESOLUCIÓN 2309 DE 1986: Por medio de la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la Parte 4ª del Libro 1º del Decreto-Ley 2811 de 1974 y de los Títulos I, III y XI de la Ley 9ª de 1979, en cuanto a residuos especiales.
- RESOLUCIÓN 1446 DE 2005: Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 415 de 1998, que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma.
- RESOLUCIÓN 822 DE 1998: Por la cual se establecen pautas para la gestión de residuos peligrosos.
- RESOLUCIÓN 1164 DE 2002: Por medio de la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares.

- LEY 945 DE 2005: por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Basilea sobre responsabilidad e indemnización por daños resultantes de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación”.
- RESOLUCIÓN 1402 DE 2006: por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos.
- RESOLUCIÓN 809 DE 2006: Por la cual se deroga la Resolución 189 del 15 de julio de 1994, por la cual se dictan regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
- RESOLUCIÓN 1164 DE 2002: por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares.

3.1.4 Recursos financieros

- LEY 141 DE 1994: Por la cual se crea el Fondo Nacional de Regalías y la Comisión Nacional de Regalías.
- LEY 715 DE 2001: Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias.
- DECRETO 849 DE 2002: Por medio del cual se reglamenta el artículo 78 de la Ley 715 de 2001.
- ESTATUTO TRIBUTARIO. ART. 424-5. MODIFICADO POR EL ART. 4º DE LA LEY 223 DE 1995: Establece la exclusión del impuesto sobre las ventas a los equipos y elementos nacionales o importados que se destinen a la construcción, instalación, montaje y operación de sistemas de control y monitoreo, necesarios para el cumplimiento de las disposiciones, regulaciones y estándares ambientales vigentes, Art. 428. Lit. f) Adicionado por el Art. 6º de la Ley 223 de 1995. Establece la exención del impuesto sobre las ventas a la importación de maquinaria o equipo, siempre y cuando dicha maquinaria o equipo no se produzca en el país, destinados a reciclar y procesar basuras o desperdicios (la maquinaria comprende lavado, separado, reciclado y extrusión), y los destinados a la depuración o tratamiento de aguas residuales, emisiones atmosféricas o residuos sólidos, para recuperación de los ríos o el saneamiento básico para lograr el mejoramiento del medio ambiente, siempre y cuando hagan parte de un programa que se apruebe por el Ministerio del Medio Ambiente. Igualmente, los equipos para el control y monitoreo ambiental, incluidos aquellos para cumplir con los compromisos del protocolo

de Montreal, Art. 158-2. Modificado por el Art. 78 de la Ley 788 de 2002: Deducción anual hasta de un veinte por ciento (20%) de la renta líquida de las personas jurídicas que hayan hecho inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente, previa acreditación efectuada por la autoridad ambiental respectiva.

- DECRETO 2532 DE 2001: Por el que se establecen los requisitos para solicitar la exclusión del impuesto sobre las ventas.
- DECRETO 3172 DE 2003: Por medio del cual se establecen los requisitos de procedencia de la deducción por inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente.
- RESOLUCIÓN 864 DE 1996: Por la cual se reglamentan los beneficios tributarios por inversiones en equipos de control ambiental.
- RESOLUCIÓN 486 DE 2002: Ministerio del Medio Ambiente. Por la que se establecen los nuevos requisitos para la solicitud de certificación de exclusión de IVA y la vigencia de dichas certificaciones.
- RESOLUCIÓN 136 DE 2004: Ministerio del Medio Ambiente. Por la cual se establecen los requisitos para la solicitud de acreditación de las inversiones para el control y mejoramiento del medio ambiente, previstas en el Artículo 158-2 del Estatuto Tributario.

3.1.5 Regulación del Servicio Público de Aseo

- LEY 632 DE 2000: por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996.
- LEY 286 DE 1996: Por medio de la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
- LEY 689 DE 2001: Por medio de la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.
- DECRETO 605 DE 1996: Por medio del cual se reglamenta parcialmente la Ley 142 de 1994 y se establecen prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.

3.1.6 Normas de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico–CRA sobre la prestación del servicio público de aseo

- RESOLUCIONES 233 DE 2002: Comisión de Regulación de Agua Potable y saneamiento Básico, por medio de las cuales se establece una opción tarifaria para multiusuarios del servicio de aseo.
- RESOLUCIÓN 236 DE 2002: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Por medio de la cual se establece la metodología para la realización de aforos a multiusuario.
- RESOLUCIÓN 247 DE 2003: Comisión de Agua Potable y Saneamiento Básico. Por la cual se modifica el Artículo 4 de la Resolución 233 de 2002, en relación con los requisitos que el usuario agrupado debe cumplir para acceder a la opción tarifaria de multiusuario.
- RESOLUCIÓN 351 DE 2005: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Por la cual se establecen los regímenes de regulación tarifaria a los que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo y la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio de aseo de residuos ordinarios y se dictan otras disposiciones.
- RESOLUCIÓN 352 DE 2005: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Por la cual se definen los parámetros para la estimación del consumo en el marco de la prestación del servicio público domiciliario de aseo y se dictan otras disposiciones.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 201 DE 2001: expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, por la cual se establecen las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los Planes de Gestión y Resultados.
- RESOLUCIÓN NÚMERO 151 DE 2001: expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, establece la regulación integral de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.
- RESOLUCIONES NÚMEROS 153, 156 Y 162 DE 2001: expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, que modifican parcialmente la Resolución 151 de 2001 de la CRA.

3.1.7 Legislación Departamental

- ORDENANZA 18 DE 2002: Por el cual se expide el código de convivencia ciudadana par al Departamento de Antioquia. Capítulo VII. Protección al Medio Ambiente.

3.1.8 Otras normas referentes a los residuos sólidos orgánicos y su aprovechamiento y transformación en productos⁵

- RESOLUCIÓN 00150 DE 2003: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.
- RESOLUCIÓN 1167 DE 2010: Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro y control de personas que se dediquen a la comercialización de insumos agropecuarios y/o semillas para siembra a través de establecimientos de comercio.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 5167: Materiales Orgánicos Utilizados como fertilizantes o Acondicionadores de Suelos.

3.2 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN OTRAS PLAZAS DE MERCADO DEL PAÍS (DISTRITO CAPITAL).

De acuerdo con el Estudio de Caracterización y Cuantificación de los Residuos Sólidos Generados en las Plazas de Mercado Distritales, contratado por el Instituto para la Economía Social –IPES- y realizado por la Universidad Nacional de Colombia en el 2007, a través del cual se hizo la caracterización de residuos sólidos de cada plaza de mercado; arrojó los siguientes resultados por plaza de mercado⁶.

Del total de plazas, una de las más representativas, dada su alta incidencia en el abastecimiento alimentario de la población bogotana, es la Central Mayorista de Abastos – CORABASTOS, en la cual se comercializan cerca de 12.500 toneladas de alimentos al día, seguida de la Plaza de Paloquemao y de Codabas, respectivamente.

⁵ HERNANDO OROZCO, Francisco. Residuos Orgánicos, aprovechamiento agrícola como abono y sustrato, Walter Osorio V. Medellín 1996. Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín.

⁶ UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS BOGOTÁ, D. C. Programa para la Gestión de los Residuos Sólidos Orgánicos Para la Ciudad de Bogotá, D. C. Versión 2. Marzo 2010.

En las plazas de mercado, existe una tendencia a la disminución de las cantidades de residuos sólidos que entregan las plazas a las empresas prestadoras del servicio de aseo; al respecto es importante indicar, que probablemente no se trata de una disminución en la generación de los residuos, sino en un incremento de la demanda por los materiales y residuos aprovechables que están dejando de ir al relleno sanitario para su disposición final.

Ahora bien, con el propósito de tener un conocimiento cercano de la manera como llevan a cabo la gestión de sus residuos sólidos, a continuación se realiza una breve descripción general de las principales plazas de mercado distritales.

3.2.1 Corabastos

Teniendo en cuenta los altos volúmenes de alimentos que diariamente se comercializan en este lugar (12.500 toneladas), en donde transitan cerca de 12 mil vehículos y 250 mil personas al día, se generan 100 toneladas de residuos sólidos, en promedio, no obstante, en días de mayor abastecimiento, como los martes y viernes, la generación de residuos puede llegar a 120 toneladas/día.

El 70% de los residuos corresponde a orgánicos, seguido de madera, papel periódico, plásticos y vidrio, principalmente. Dentro de los residuos orgánicos, el 20% proviene de frutas, el 40% de verduras y el otro 40% de hortalizas.

La gestión interna de los residuos sólidos está a cargo de la Unión Temporal - Residuos Verdes, empresa contratada por CORABASTOS por un período de 11 años, quien tiene a cargo la realización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la plaza, a través de la ejecución de la limpieza, barrido, selección de los materiales potencialmente aprovechables (orgánicos e inorgánicos) y llevar a cabo la formulación e implementación de la tecnología de aprovechamiento más apropiada.

Actualmente la Unión Temporal - Residuos Verdes, lleva a cabo la selección del material orgánico en dos fases: la primera, en las bodegas de almacenamiento y comercialización de los alimentos y posteriormente, una selección en el centro de acopio, lugar en donde son llevados los residuos sólidos orgánicos y destrozados o picados, disminuyendo su tamaño. En este proceso se le adicionan microorganismos a los residuos, para permitir un mejor proceso de descomposición biológica.

Los residuos son transportados en un vehículo compactador de propiedad de CORABASTOS, al municipio de Facatativá, a la planta de compostaje de la firma Control Ambiental, empresa con la cual tienen convenio para el tratamiento de los residuos orgánicos, mediante el proceso de compostaje; luego de 90 días,

obtienen un regenerador de suelos, que es vendido principalmente a palmicultores y arroceros.

De esta forma, CORABASTOS está dejando de llevar al Relleno Sanitario Doña Juana cerca de 26 mil toneladas de residuos orgánicos al año.

3.2.2 Paloquemao

En esta plaza de mercado privada, implementan un plan de gestión interna de residuos sólidos, en el cual se hace el aprovechamiento de los materiales, tanto orgánicos como inorgánicos. Cuentan con 21 personas para realizar la separación, almacenamiento y molido, esto último para los materiales orgánicos, en un centro de acopio ubicado en la misma plaza; el material orgánico (proveniente de frutas, verduras y hortalizas) es vendido a la empresa Control Ambiental de Colombia; mientras que los residuos de comida preparada es entregada a un particular, la cual es utilizada para alimento de animales. Los residuos de huesos y cebo, son vendidos para la fabricación de concentrados.

Se genera mensualmente un promedio de 262 toneladas de residuos orgánicos y 8 toneladas de material reciclable.

En esta plaza el área de almacenamiento de residuos sólidos es cubierta, en buenas condiciones, con espacio suficiente para desarrollar la actividad, acceso adecuado y con elementos de almacenamiento de residuos suficientes.

3.2.3 Codabas

En esta plaza de mercado se aprovecha tanto los residuos orgánicos, como los inorgánicos. En el caso de los residuos orgánicos, estos se dividen en aprovechables, es decir, para alimento de ganado y/o compostaje y procesables, los cuales se utilizan como cultivo para bacterias (EM), esta práctica tiene múltiples aplicaciones. El aprovechamiento de residuos inorgánicos, se basa en la recuperación de cartón, plástico, vidrio y cajas de madera, estas últimas son transformadas para decorar las instalaciones de la plaza. La unidad de almacenamiento de residuos sólidos se encuentra localizada en el costado suroriental de la plaza y es un área descubierta, esta unidad está acondicionada con paredes en lámina y de un piso en madera cubierto con plástico.

3.3 PROCESO DE COMPOSTAJE

Es el proceso biológico más frecuentemente utilizado para la transformación de la fracción orgánica de los residuos sólidos domésticos a un material único estable

conocido como compost a partir de residuos de jardín, residuos sólidos domésticos separados en su componente orgánico. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2000-2006)⁷.

En términos generales el Compostaje es una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica, esta biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición mediante un proceso aerobio controlando el oxígeno como principal elemento, dado que los microorganismos consumen oxígeno para descomponer la materia orgánica. La consecuencia final de estas actividades vitales es la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas. Es por estas razones, que los controles que se puedan ejercer, siempre estarán enfocados a favorecer el predominio de los microorganismos (Organización Panamericana de la Salud , 1999).

Así mismo, se podría definir el compostaje como descomposición de la materia orgánica heterógena por la acción de la degradación bioquímica para convertirla en higiénicamente inofensiva y posteriormente útil en la agricultura, horticultura y además mejorar la calidad de la tierra en lo que comúnmente se denomina capa orgánica o humus.⁸

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura⁹:

- Mesofílica: 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 bajar 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 termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.
- De enfriamiento: Cuando la temperatura es menor de 60°C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el manto y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

⁷ HERNANDO OROZCO, Francisco. Residuos Orgánicos, aprovechamiento agrícola como abono y sustrato. Medellín 1996. Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín.

⁸ CHAPARRO, M., F. Castillo y I. Salazar “composta de los desechos urbanos”. Ingeniería Química.

⁹ ICONTEC. (31 de Mayo de 2004). NTC 5167. *Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo* . Bogotá, Colombia: ICONTEC.

- De maduración: Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

Se observa como el compostaje es un proceso dinámico, debido a la actividad combinada de una amplia gama de poblaciones de bacterias y hongos, ligados a una sucesión de ambientes definidos por la temperatura, humedad, características de los residuos, etc. Cada población bacteriana tiene unas condiciones ambientales más adecuadas para su desarrollo así como unos tipos de materiales que puede descomponer más fácilmente; por esta razón, una población empieza a aparecer mientras que otras se encuentran en el momento más elevado de su desarrollo y otras empiezan a desaparecer. De esta forma se complementan las actividades de los diferentes grupos.

4. METODOLOGÍA

4.1 ACTIVIDADES A DESARROLLAR

4.1.1 Recopilación de información

En esta etapa se tiene como objetivo principal encontrar información útil sobre experiencias de separación en la fuente de los principales locales de la Central Mayorista, que puedan servir de punto de partida para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto, así mismo participar en el diseño para un modelo propio de cultura ambiental y separación en la fuente de generación recurriendo diferentes tipos de fuentes como estudios de entidades gubernamentales, departamentales y privadas, trabajos de grado, páginas de Internet, documentos técnicos y normas legales vigentes.

La información primaria fue obtenida mediante la realización de continuas visitas a la Central Mayorista para observar los hechos o fenómenos que permitan precisar la investigación, verificando en manejo de los residuos sólidos desde su generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección y transporte interno, sistemas de aprovechamiento, recolección transporte externo y disposición final, utilizando los instrumentos de campo como fichas de campo, registros fotográficos, cuestionarios entre otros; igualmente se realizó entrevista con el Gerente de la Central Mayorista el Doctor Javier Humberto Ramírez Vergara y el Director de Servicios Generales el Doctor Juan Camilo Acevedo Zapata, se realiza con el propósito de obtener información más precisa sobre el objeto de estudio, se describen con objetividad la situación del programa que se tiene para el manejo de los residuos sólidos, es de resaltar que se solicitó en varias oportunidades el PGIRS no tuvimos acceso a el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de la Central Mayorista.

- **Actividades**

- ✓ Se revisó la normativa nacional e internacional relacionada con el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en las plazas de mercado o centrales mayoristas.
- ✓ Se recopiló experiencias de gestión de residuos ordinarios en centrales mayoristas de otras ciudades o países que puedan aplicarse en el municipio de Medellín.
- ✓ Se exploró las actividades de gestión desarrolladas actualmente en Colombia y en otros países para la adecuada separación en la fuente y manejo de residuos orgánicos mediante el proceso del compostaje y comercialización del producto final.

- Se realizó la propuesta en campo de una planta de compostaje industrial para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y obtener como producto final acondicionadores de suelos competentes en el mercado.

4.1.2 Selección y análisis de alternativas

Luego de la revisión general, se establece un filtro de condiciones técnicas, económicas y ambientales que permite realizar un estricto seguimiento del procedimiento de compostaje, como llevar a cabo un producto final apto para ser comercializado en el mercado como acondicionador de suelos.

- **Actividades**

Evaluar y comparar con la norma si el producto final cumple todas las exigencias para ser comercializado como acondicionador de suelos con base de residuos orgánicos, respetando el estado de desarrollo actual de la legislación ambiental en Colombia.

4.1.3 Actividades complementarias

Identificar los principales procedimientos para realizar el compostaje industrial con los residuos sólidos orgánicos separados desde la fuente de generación, provenientes de la Central Mayorista, igualmente evaluar si el producto final obtenido en el aprovechamiento y transformación de residuos orgánicos en acondicionadores de suelos es apto para la comercialización en el mercado.

La Central Mayorista, es considerada como una gran generadora de residuos sólidos orgánicos, debido a su actividad económica; situación que conlleva a proponer un diseño para una planta de compostaje que aglutine los residuos orgánicos de la central mayorista, así mismo su manejo y utilización como materia prima para la elaboración del compostaje, contribuyendo de manera directa a la disminución del impacto ambiental generado por esta actividad, se propone entonces una planta de compostaje industrial como una de las alternativas viables para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos que se generan en la Central Mayorista.

4.2 PROCEDIMIENTO PARA EL MANEJO DE COMPOSTAJE

4.2.1 Selección del área¹⁰

Debe ser una zona permitida dentro del marco normativo del POT, de donde se vaya a desarrollar el proyecto.²

A continuación se mencionan algunos aspectos relevantes para la selección de la ubicación de una planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

- Disponibilidad de área: El análisis del área requerida debe partir de un estudio profundo de la cantidad de residuos a tratar, proyectados a mediano y largo plazo, de forma tal que se consideren aumentos en la cantidad captada en un periodo de tiempo razonable.
- Vías: El acceso al lugar debe ser fácil y debe contar con caminos transitables todo el año.
- Dirección de los vientos: La ubicación de la compostera deberá protegerse de vientos dominantes fuertes en el sitio de transformación, evitando así el desplazamiento del olor generado y las partículas del compost. Si esto no es posible se recomienda que se construya una barrera viva entre la compostera y la comunidad en la dirección del viento.²
- Cercanía a las viviendas: Debe ser un lugar reservado y si el proceso va a ser municipal, se recomienda que la compostera se instale por lo menos a 250 metros de los núcleos de viviendas. (Zona Verde Producción de Compost, 2008).²
- Sanidad: El lugar seleccionado para la ubicación de la compostera debe estar abastecido por servicio de acueducto, alcantarillado, red eléctrica y sistema de conducción de aguas lluvias; esto reduce el impacto en la salud y el medio ambiente.²
- Topografía: No es aconsejable realizar instalaciones de infraestructura en lugares inundables ó en depresiones.
- Normatividad: Se debe cumplir con la normatividad en materia de desarrollo urbano, impacto ambiental y áreas naturales protegidas, así como con los ordenamientos aplicables.

4.2.2 Zonas de proceso

El área total debe considerar las diferentes zonas para cada una de las etapas del proceso; entre las cuales se deben incluir:

¹⁰ Marcos Arturo Rodríguez, A. C. (2006). Manual de Compostaje Municipal, Tratamiento de residuos Sólidos Urbanos. Mexico.

² Ministerio de Desarrollo Económico. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Ras - 2000. Título F: Sistema de Aseo Urbano.

- Zona de Pre tratamiento:
 - ✓ Zona de recepción, pesaje y eliminación de macro contaminantes.
 - ✓ Zona de formulación ó mezcla.
 - ✓ Zona de trituración y zarandeo.

- Zona de tratamiento:
 - ✓ Zona de proceso de oxigeno que puede realizarse de diferentes formas como son: Volteo manual, volteo con cargador, volteadoras aireación forzada, reactor horizontal o vertical.

- Zona de post tratamiento:
 - ✓ Zonas de tamizaje.
 - ✓ Zona mezcla de enmiendas.
 - ✓ Zona de ensacado.
 - ✓ Zona de almacenamiento.

- Otras zonas:
 - ✓ Zona de mantenimiento.
 - ✓ Zona de laboratorio
 - ✓ Zona de control de calidad
 - ✓ Zona de vivero experimental
 - ✓ Zona administrativa

4.2.3 Infraestructura¹¹

Una vez seleccionada la ubicación de la planta, la cantidad de residuos de entrada, la tecnología en compostaje a utilizar, la calidad de producto que se espera producir y determinada la dimensión de ésta, se procede a diseñar cada una de las zonas que componen un proyecto de compostaje. Como cualquier otra planta, una compostera puede ser considerada en su conjunto como un proceso transformador de una materia prima en un producto terminado con valor agregado; bajo esta óptica se deben tener en cuenta zonas destinadas a la recepción y acondicionamiento de los residuos a procesar, zonas de tratamiento o bioestabilización y finalmente áreas de refinado y almacenamiento.

Dentro de la zona de pre tratamiento se encuentra la recepción de materia prima: Debe contar con vías de fácil acceso; además de canaletas o ductos para la recolección de lixiviados.

¹¹ Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. (s.f.). *NTP 597: Plantas de compostaje para el tratamiento de residuos: Riesgos higiénicos*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2009, http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/n tp_597.pdf

- Zona de mezclado: Se debe contar con una superficie que garantice impermeabilidad, tal como losa en concreto; además debe estar dotada con un sistema de recolección de lixiviados, igualmente se debe tener en cuenta la zona de trituración, cuando se requiere.
- Zona de tratamiento: Es necesario disponer de una superficie impermeable con un sistema de recolección de lixiviados la cual debe estar protegida de la intemperie evitando que el material en tratamiento sea afectado por el agua lluvia. Igualmente se requiere contar con un cerramiento que permita el control de proceso y a su vez facilite el manejo integral de plagas.
- Canaletas: Se debe contar con dos sistemas de recolección de líquidos, uno destinado al manejo de aguas lluvias y otro para la recolección y conducción de lixiviados.

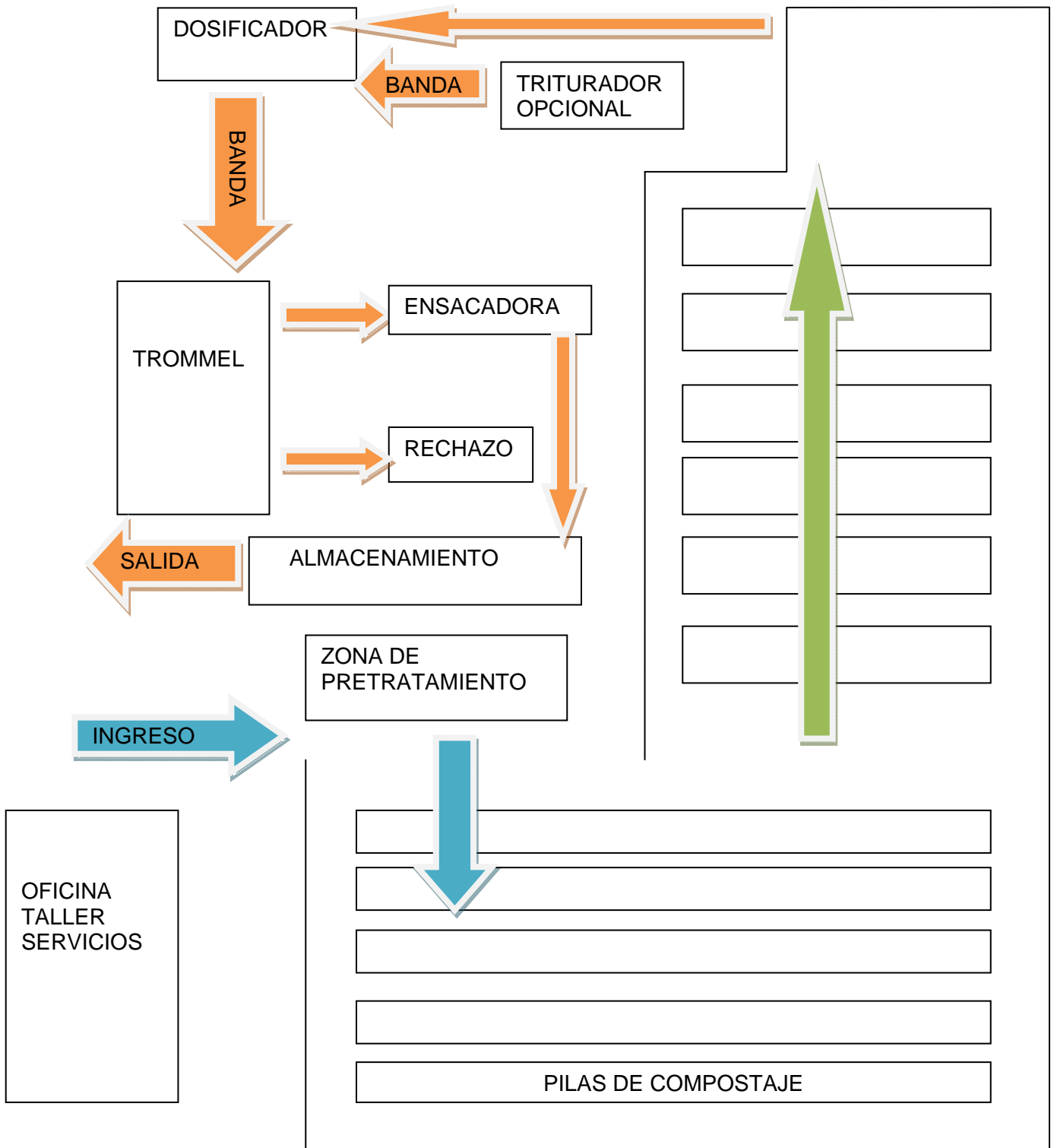
Dentro de la zona de post tratamiento nos encontramos con la zona de tamizaje, empaque y almacenamiento: Es el sitio dentro de la planta donde se realizan los ajustes finales al compost para su posterior comercialización o utilización. Es importante tener presente que en esta zona se deben realizar las siguientes actividades:

- Clasificación por tamaño de partícula (tamizado)
- Empaque del producto terminado
- Zona de restaurante ó casino: Los residuos sólidos orgánicos son fuente de una gran variedad de microorganismos entre los cuales se pueden contar algunas especies de patógenos, razón por la cual es estrictamente necesario contar con una zona de alimentación externa a la zona de estabilización en pro de la salud de los trabajadores
- Servicios sanitarios: En la compostera se debe contar con instalaciones sanitarias dotadas con sanitario, lavamanos y ducha; para el caso de los hombres se requiere además de un orinal.

Vestier: Por razones de salud ocupacional la indumentaria utilizada en las labores de compostaje debe ser diferente a aquella utilizada en su vida cotidiana; por esta razón se hace necesario contar con instalaciones que faciliten el cambio de ropa y el almacenamiento de la misma.

A continuación se muestra la figura No. 1 del plano correspondiente al área y sus respectivas zonas para el proceso del compostaje de los residuos sólidos orgánicos provenientes de la Central Mayorista.

Imagen 1. PLANO DEL ÁREA DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE.



Fuente: Elaboración propia.

- **FLUJOGRAMA DE PROCESO**

Pretratamiento: recepción, mezcla y trituración en caso de requerirse.



Tratamiento: Zona de compostaje.



Postratamiento: Clasificada en trommel, ensacada o empacada, almacenamiento y salida.



4.2.4 Maquinaria, instrumentación y herramientas

Los equipos, maquinaria y herramientas utilizadas en la producción de compostaje permiten la realización de todas las operaciones y adecuaciones cotidianas al interior de la planta¹²; estas herramientas facilitan y aceleran el proceso de estabilización, lo que las convierte en verdaderas aliadas para la producción. A continuación se mencionan algunas de las herramientas más comunes para la producción de compostaje industrial y con las que se cuentan en la planta de compostaje donde se realizará el aprovechamiento de los residuos orgánicos provenientes de la Central Mayorista:

Termómetro: Es de gran importancia para el seguimiento y control de la temperatura al interior de las pilas. Es recomendable usar un termómetro o termocupla que se pueda introducir en la pila.

Zaranda ó trommel: Ésta es requerida para clasificar el material por tamaño de partícula, con el objetivo de mejorar su presentación. Para esto se utiliza un tamiz o zaranda normalmente de 1x1 cm de separación.

Báscula camionera para el proceso de pesaje: Es una báscula con capacidad para pesar tracto mulas de doble troqué, con remolque de tres ejes con un peso máximo de 80.000 kilogramos, tiene una tolerancia de 10 kilogramos y exactitud de 10 kilos. Tiene un indicador y registrador de peso y es verificada cada seis meses.

Cargador: CATERPILLAR IT28G con un balde con capacidad para 1.8 m³ y se emplea para el proceso de conformación de pilas, mezcla de materiales y traslado

¹² FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS, Manual de Agricultura Alternativas, 2004. Bogotá D.C. Impreso por Quebecor World Bogotá S.A.

del producto al trommel para ser tamizado, además en labores de aseo general en la planta.

Triturador Zeno para proceso de trituración: El triturador es una máquina de alta potencia que sirve para reducir el tamaño del material orgánico, tiene un motor de 127 Kw. (170 h.p.) de 1800 r.p.m. conectado a 440 voltios, consume 189 amperios, esta acoplado a un reductor que baja a 183 r.p.m. para mover un rodillo de 1,8 metros de largo por 0,6 metros de diámetro, que tiene 60 cuchillas, las cuales al pasar por una contra cuchilla fija, trituran el material que después pasa a través de un tamiz con agujeros de 1 pulgada de diámetro.

Imagen 2. TRITURADOR



Imagen 3. TRITURADOR



Compostadora Backhus para el proceso biológico: La compostadora es un vehículo auto propulsado provisto de un motor Diesel de 194 kilowatios (260 h.p.) a 2.200 r.p.m. con 6 cilindros de 8.300 centímetros cúbicos cada uno, el cual mueve tres bombas hidráulicas de alto torque (15 N m) y pueden lograr una presión de 350 bares (5.145 p.s.i.) dos de ellas mueven dos motores hidráulicos independientes, los cuales son accionados por un joystick, mueven cada uno una oruga recubierta de caucho que le dan tracción a la máquina adelante o atrás, la otra mueve otro motor hidráulico que a su vez mueve un cilindro de 4,4 metros de largo por 0,6 metros de diámetro, que puede girar en ambos sentidos, está provisto de unas aletas que sirven para mover las pilas de material orgánico, hasta 3.000 m³ por hora, para así oxigenarlas y agilizar el proceso aeróbico de descomposición, para obtener el compost como producto final.

Tiene además un sistema de aire acondicionado que le permite al operario que está dentro de la cabina respirar aire fresco a la temperatura deseada, independiente de las condiciones ambientales externas.

Imagen 4. VOLTEADORA AUTO PROPULSADA BACKHUS



Trommel Zeno para proceso de tamizado: El trommel Zeno es una máquina para el tamizado del compost por medio de un tambor de 5 metros de largo por 1,9 metros de diámetro con agujeros de 4 mm, que está instalada sobre cuatro ruedas traccionadas por un motor de 18 kilowatios, acoplado a un reductor y un variador de velocidad que la hacen rotar con una velocidad que va desde 5 r.p.m hasta 80 r.p.m. sirve para separar por tamaños el material orgánico final, es alimentada por una tolva que tiene una banda transportadora, también de velocidad variable.

El material de menor tamaño que pasa a través de los agujeros del tambor y es conducido por un tornillo sinfín hacia una banda que lo lleva hasta el sitio de disposición final de almacenaje y empaque, el material de rechazo es llevado por otra banda al final del tambor, para ser reprocesado o rechazado.

Imagen 5. TROMMEL



Imagen 6. TROMMEL



Para realizar los calculos de la relación C/N, para las materias primas que llegan de la Central Mayorista para realizar el proceso de compostaje, se emplearon las notas de clase de la Especialización de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2011-2012 en la materia de aprovechamiento de residuos orgánicos utilizando las siguientes formulas:

Primero tomamos con base en materia seca cada uno de los componentes así:

Peso (de la materia prima) X (1-%Humedad/100)= MP base seca.

Luego calculamos el Carbono y el Nitrógeno con base en Materia Seca.

Carbono C= MP base seca X (% de carbono de la MP/100)

Nitrógeno N = MP base seca X (% de Nitrógeno de la MP/100)

Posteriormente sumamos por separado el carbono y el nitrógeno de cada uno de los componentes de la mezclas y obtenemos un consolidado, luego el total del carbono se divide por el total del nitrógeno para obtener la relación final.

Para realizar un balance adecuado se aumenta o disminuye la materia prima que más aporte Carbono o Nitrógeno según sea el caso, para obtener un resultado entre 20:1C/N a 25:1 C/N relación ideal para iniciar un proceso de compostaje.

Es importante que las materias primas que se emplean en la mezcla además de la variable C/N también se tengan en cuenta la humedad ya que no debe exceder del 55 % al iniciar el proceso.

Una relación baja de C/N, es decir una cantidad excesiva de nitrógeno genera que grandes cantidades de nitrógeno se escapen a la atmosfera en forma de amoniaco, elemento importante que se necesita en el metabolismo de los microorganismos presentes en el proceso de degradación.

4.3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

La ejecución de este proyecto se realizará mediante el estudio de un caso para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante la metodología de investigación exploratoria analizando y evaluando las mejoras de las variables que intervienen y sus relaciones en la producción de acondicionadores de suelos.

4.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO

Equipo de trabajo del proyecto para acceder al título de especialistas en gestión integral de residuos sólidos y peligrosos compuesto por: Administrador de empresas agropecuarias e Ingeniera ambiental.

4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se realizará una socialización del proyecto y se establecerán canales de comercialización del producto final. En el diagrama de actividades que se presenta a continuación, se definen las tareas a realizar y el tiempo estimado para su consecución.

Tabla 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES SEMANALES

ACTIVIDAD	OCTUBRE 2011				NOVIEMBRE 2011				DICIEMBRE 2011			ENERO 2012.		
	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14
PRESENTACION ANTEPROYECTO	X													
COORDINACION ACTIVIDADES	X													
INVENTARIO GENERADORES RESIDUOS		X	X											
CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS			X	X										
RECOLECCION Y TRANSPORTE RES.					X	X								
DISPOSICION Y ARMADA DE PILAS					X	X								
TIEMPO DE COMPOSTAJE Y CONTROL						X	X	X	X	X	X			
EVALUACION DEL PROCESO											X			
CARACTERIZACION PCTO. TERMINADO												X		
COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO.													X	
EVALUACION DE RESULTADOS														X
INFORME FINAL PROYECTO														X

Fuente: Elaboración propia.

5. ANÁLISIS DEL CASO

5.1 DIAGNOSTICO DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CENTRAL MAYORISTA.

5.1.1 Reseña histórica

La Central Mayorista de Antioquia nació en abril de 1971, con 180 locales, en 3 bloques en las actuales instalaciones, como una solución al problema urbanístico y social procedente del funcionamiento de los tradicionales negocios de abarrotes de Guayaquil (Medellín – Antioquia). Empresas Varias fue el ente administrador hasta 1987, año en el cual comenzó a regir como una entidad privada bajo el régimen de propiedad horizontal, convirtiéndose en la primera central de abasto en el país en operar bajo esta modalidad.

A partir de 1987 la Asamblea anual de copropietarios elige un Consejo de Administración, encargado de velar por el cumplimiento del reglamento de propiedad horizontal y la proyección de la Central Mayorista; para desarrollar esta función el Consejo nombra un Gerente General.

En 1987 el municipio de Medellín autorizó la venta de los locales y así comenzó a operar bajo la modalidad de propiedad horizontal.

Posee un área total de 288.015 mt² en los cuales hay construidos 30 bloques.

La Central Mayorista de Antioquia presta sus servicios desde el municipio de Itagüí, barrio Santa María, al sur del Valle de Aburrá, a sólo 10 minutos del centro de Medellín, le permite tener un área de influencia altamente representativa. Además las diversas rutas de servicio público y la cercanía a la estación Ayurá del sistema metro, permiten visitar la Central Mayorista de una forma cómoda, rápida y segura.

5.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

- **Descripción de la situación actual en el manejo de los residuos sólidos**
Se analizó información primaria para la Central Mayorista, se establecieron los flujos de generación de residuos, las condiciones de almacenamiento y disposición temporal de residuos, la infraestructura existente y los impactos sobre la población expuesta. Se evaluó el cumplimiento a la normatividad ambiental y sanitaria, y la disposición y capacidad de las organizaciones existentes para mejorar la gestión de residuos sólidos. Los residuos sólidos

comprenden: residuos de origen vegetal y animal, alimentos procesados, empaques, otros, y residuos inorgánicos (no susceptibles de ser degradados biológicamente).

En cuanto a la generación de residuos en la Central Mayorista se obtiene una alta participación del componente verduras (mayor al 50%), le sigue las frutas (promedio del 14%). De la misma forma los sectores de verduras, frutas y hortalizas son los mayores generadores de residuos, más del 80% comprendiendo vegetales, papel y madera. En el sector de granos y procesados los residuos corresponden a empaques.

Del total de 100 ton/día de residuos sólidos, el 60% corresponde a residuos sólidos orgánicos, frutas y hortalizas). Estas 100 toneladas, se producen en todos los 30 bloques.

Lo anterior generación se explica principalmente por la importación de residuos desde los centros de producción, por la utilización de empaques no apropiados y no reutilizables, y el alto grado de rechazo del producto por maltrato durante el transporte y por la carencia de estándares mínimos de calidad; en cuanto a los almacenes de cadena los productos orgánicos que adquieren para comercializar, ya están limpios, separados de contaminantes y empacados “por el proveedor”, por consiguiente el material orgánico obtenido como rechazo se genera principalmente por vencimiento o maltrato en las góndolas o mostradores. En la Central Mayorista, la descarga de frutas, verduras, hierbas, plátano y hortalizas, es la actividad que genera mayor cantidad de residuos. Los transportadores evidentemente no se llevan los desechos y estos quedan abandonados en el sitio de descarga. El nivel de pérdidas en las plazas de mercado oscila entre el 5 y 7%. El total de los residuos generados en la central mayorista se dividen en los diferentes sectores de acuerdo al tipo de productos o actividad que se lleva a cabo en cada bodega o zona.

Se realiza el almacenamiento en el sitio donde se hace la recepción de los residuos mientras se lleva a cabo la recolección, transporte y procesan para su aprovechamiento, comercialización o se presentan al servicio de recolección, para su tratamiento o disposición final.

En las bodegas y puestos de venta el manejo de los residuos registra desorden, no existe una separación ni clasificación de los residuos sólidos, no hay espacios adecuados, y la consciencia sobre los impactos ambientales de los residuos es mínima. Se viene utilizando recipientes estandarizados para su almacenamiento temporal. La recolección y el traslado de estos residuos a un almacenamiento temporal cuenta con equipo mecánico apropiado.

Los sitios de acopio temporal son inapropiados y sólo usan contenedores. Cuando no hay zona de acopio los usuarios de los puestos se encargan de

transportar los residuos manualmente hasta el vehículo de la empresa prestadora del servicio de aseo interno, resultando en una mayor mezcla de todos los residuos. En la Central Mayorista los residuos se disponen en las vías internas, y se acopian en una de ellas. No existen cadenas organizadas para el reciclaje; el aprovechamiento de los residuos con algún valor comercial como cárnicos, cajas de madera, plásticos, papel, cartón, vidrio y metales se hace de manera informal o se realiza la comercialización de los residuos sólidos reciclables que son separados en la fuente por algunos locales de la Central Mayorista y entregados a la empresa prestadora del servicio de aseo de la Copropiedad, Cooperativa Cootrama. Solo algunos bloques realizan clasificación y separación de los residuos de verduras y frutas como de los residuos sólidos reciclables.

La empresa prestadora del servicio de aseo interno de la Central Mayorista transporta los residuos de algunos bloques al sitio de acopio en vehículos tipo tractor con tres remolques cada uno con capacidad de seis canecas de 55 galones que equivalen a 0,21 metros cúbicos. La Central Mayorista lleva directamente los residuos al relleno sanitario regional del sur El Guacal, pagan a ENVIASEO por la recolección, transporte el valor de \$ 25.000 por tonelada y la disposición final de los residuos a EVAS ENVIAMBIENTALES S.A. E.S.P., el costo actual de disposición en el relleno es de \$ 24.000 por tonelada. Si se considera una operación completa en el relleno con extracción de gases y tratamiento de lixiviados.

Por otro lado, los escombros generados en remodelaciones y obras de construcción deben ser evacuados por el contratista que lleva a cabo la obra.

Los principales residuos peligrosos son los producidos por la unidad de primeros auxilios y estaciones de servicio de la Central Mayorista.

En el caso de los residuos provenientes de primeros auxilios, que han tenido contacto con algún fluido corporal son recogidos en un recipiente con bolsa de color rojo, los residuos corto punzantes, son almacenados en un guardián de seguridad, el cual tiene una capacidad de un litro, actualmente se tiene el proceso de contratación para el manejo de estos residuos.

Imagen 7. ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CENTRAL MAYORISTA



5.2.1 Separación de los residuos

Un sistema de gestión integrada de residuos sólidos debe reducir los impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente, así como promover la valorización y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la Central Mayorista.

De acuerdo con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los programas de servicio de aseo y lo establecido en el decreto 1713 de 2002 , artículo 125, numeral 3 **“son deberes de los usuarios entre otros realizar la separación de los residuos sólidos en la fuente de manera que se permita la recolección selectiva”**.

La Política Ambiental Nacional de gestión integrada de los residuos sólidos, incluye la separación de residuos desde la fuente en no peligrosos y peligrosos y establece los elementos, acciones y prácticas administrativas, que permiten manejar con seguridad y eficiencia los diversos tópicos que componen la generación de residuos sólidos

En el manejo de los residuos sólidos todavía hay deficiencias, debido a que falta replantear la estrategia de separación en la fuente pues la actual deja un volumen muy alto de residuos a disponer en el relleno sanitario, debido a que no hay cultura tanto de los propietarios como de los visitantes de clasificación, separación y disposición adecuada de cualquier residuo que genere.

En los años anteriores ya hubo capacitación cuando se formuló e implementó el PMIRS pero se encontró que pocos practican la separación de los residuos en la Central Mayorista, sin embargo algunos locales cuando se presenta una cantidad

considerable de material reciclable se lo entregan al personal del aseo lo saca aparte y lo deposita en los puntos estratégicos de la zona de acopio donde posteriormente los recogen en el momento en que realiza la comercialización de los mismos.

Aunque no se separa totalmente en la fuente por parte de los diferentes generadores, es importante la cantidad de residuos que son recuperados gracias a la labor que presta la empresa contratista encargada de la recolección dentro de las instalaciones del Central Mayorista. Los empleados de esta empresa hacen la separación antes de que los residuos sean llevados por la empresa prestadora de aseo externa para su disposición final, siendo el papel, vidrio, plástico y el cartón los materiales que más se recupera en esta labor.

En la Central Mayorista se tiene como principal problema el no alcanzar el 100% de separación en la fuente de residuos orgánicos, que conlleva a costos de operación altos, al realizar la separación dentro de la planta de compostaje y no in situ, por lo tanto es pertinente la optimización del sistema para el manejo adecuado de los residuos orgánicos generados al interior de la plaza y la conciencia y compromiso por los generadores para realizar una correcta separación en la fuente, por lo cual se plantea realizar una estrategia para el manejo de los residuos sólidos, buscando una transformación significativa en los hábitos de los generadores de la Central Mayorista, frente al manejo de los residuos sólidos orgánicos y sus posibilidades de aprovechamiento.

Imagen 8. MATERIAL ORGÁNICO SEPARADO EN LA FUENTE DE LA CENTRAL MAYORISTA



5.2.2 Recolección y movimiento interno de los residuos

La recolección como se indica en el plan de manejo integral de residuos sólidos es el paso intermedio entre el almacenamiento y la disposición final. También es conocido como el movimiento interno de los residuos haciendo referencia a una ruta establecida para su traslado desde los centros generadores, hasta los acopios intermedios y finales.

La recolección de los residuos en el Central Mayorista se divide en dos fases, la primera consta de los residuos generados en los locales, baños y cafeterías, son almacenados en canecas de 55 galones, los cuales dispuestos a las afueras del bloque y son recogidos por el personal encargado para este oficio de la empresa prestadora del servicio aseo interno en la Central Mayorista.

La segunda fase de la recolección consta de los recorridos realizados por los empleados de la empresa contratista, quienes van por la Central Mayorista de bloque en bloque recogiendo los residuos depositados en las canecas para luego hacer la separación de los residuos, en el centro de acopio principal. El tiempo destinado para la recolección es aproximadamente de 60 a 90 minutos, los residuos sólidos son transportados a la zona de acopio donde se clasifican y se separan en cajas estacionarias y contenedores. Los cuales son recogidos por la empresa prestadora del servicio de recolección y transporte y son llevados hasta el sitio de disposición final o planta de compostaje industrial, cabe anotar que los residuos orgánicos son transportados en camiones tipo roll off.

La recolección y transporte se inicia a las 5:30 AM hasta 1:00 PM, esta labor la ejecutan cumpliendo con normas de higiene como uso guantes, sin embargo no todo el tiempo usan el tapabocas.

A continuación se muestran las fotografías del operador y el manejo que se le da a este.

**Imagen 9. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
CENTRAL MAYORISTA**



Imagen 10. CONTENEDORES DE RESIDUOS SÓLIDOS



Imagen 11. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ACOPIO DE LA CENTRAL MAYORISTA



Durante todo el día el personal de servicio de aseo pasa realizando la limpieza de Central Mayorista con una bolsa o caneca haciendo la recolección de las papeleras o canecas encontradas en los locales, así mismo se realiza la separación de los residuos sólidos en el centro de acopio principal de la central mayorista.

El número total del personal es de 42 distribuidos en personal de supervisores y empleados encargados del servicio de aseo en toda la Central Mayorista.

Después de realizar la visita y levantar la información en campo del manejo de los residuos sólidos de la Central Mayorista y sin conocer los programas del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS), se determinaron acciones a realizar o implementar para corregir los procesos que no están funcionando correctamente en el Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos PMIRS en la Central Mayorista, las cuales se citan en las recomendaciones.

A partir de septiembre de 2011 se retomo el tema para la socialización y sensibilización con respecto a la separación en la fuente de los materiales aprovechar haciendo énfasis en los residuos orgánicos. Se intensificó el proceso en los 20 locales con mayor generación de éstos.

Implementar el aprovechamiento del total de los residuos orgánicos generados en la Central Mayorista mediante el proceso de compostaje industrial, dado que en la actualidad solo se aprovecha un 20 % proveniente de los locales que realizan la

separación en la fuente y disponen directamente en la tolva correspondiente. El 80% restante es apto de aprovecharse pero se debe realizar el adecuado manejo de los residuos sólidos generados al interior de la Central Mayorista.

La planta de aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante el proceso de compostaje industrial para la producción de acondicionadores de suelos, tiene una capacidad instalada para recibir y transformar el total del material generado en la Central Mayorista aproximado de 40 toneladas día.

5.2.3 Almacenamiento y presentación

El almacenamiento interno de los residuos se realiza en tres etapas, la primer etapa se da en los recipientes de locales, baños y cafeterías donde se está dando la producción de los residuos.

- **Locales:** los residuos se almacenan en canecas de plástico de 55 galones y otras con una gran variedad, colores, formas y volúmenes.
- **Baños:** Hay 98 servicios sanitarios, de los cuales distribuidos en cada uno de los bloques de central mayorista, casi todos los baños tienen papeleras. Estas papeleras son de varias formas, tamaños, colores y siempre llevan bolsa.
- **Cafeterías:** Al interior de las cafeterías tampoco hay un concepto unificado de recipientes son diversos en forma tamaño, color, material, etc., así mismo los residuos generados al interior de la cafetería son llevados a la caneca de 55 galones que se encuentra a las afueras de cada local, una vez este totalmente llenado es recolectado y transportado por el personal del servicio de aseo hacia el centro de acopio de la central mayorista.
La segunda etapa del almacenamiento se da en el donde el personal de aseo deposita los residuos recogidos de cafeterías, locales, primeros auxilios y fotocopiadoras en los puntos ecológicos y canecas metálicas.
Los residuos de baños se arrojan por el schut a la bodega.
- **Pasillos:** En los pasillos el almacenamiento de los residuos se realiza principalmente en canecas de 55 galones y contenedores metálicos y plásticos que tienen diferentes volúmenes.

La tercera etapa es el almacenamiento Central, el cual no cumple con lo estipulado según el artículo 1 del decreto 1140 del 2003 y la resolución 879 del Área Metropolitana, quien determina las cualidades que deben poseer los sistemas de almacenamiento de residuos sólidos.

El acopio está compuesto por dos lugares, el acopio principal tiene rampa de acceso para llegar a una plataforma de 7m de largo por 3m de ancho y 3.75m de altura con cubierta..

El acopio secundario, es a la intemperie donde se realiza la separación y clasificación manual de los residuos sólidos recolectados al interior de los bloques, no se observa una bodega o acopio para almacenar residuos peligrosos, por ser RESPEL se debe realizar un adecuado almacenamiento y no mezclar en el lugar para el almacenamiento de los otros residuos.

El tiempo de residencia de los residuos en este acopio hasta ahora tiene entre 10 y 12 horas ya que la entidad no cuenta con programas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y reciclables, de acuerdo a lo anterior estos residuos sólidos al igual que los ordinarios son entregados a la empresa externa prestadora del servicio de recolección, transporte y disposición final.

La limpieza de estos sitios se realiza esporádicamente después de observarlos, esta fue la situación que se encontró y verifico en visita de campo.

Imagen 12. ACCESO AL ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS CENTRAL MAYORISTA



Las paredes van desde la plataforma de descargue en bloques hacia arriba (2.80 metros), es de cemento sin revocar, este lugar sin una adecuada limpieza facilita la acumulación de bacterias y diversos tipos de microorganismos patógenos. En esta pared se tiene un aviso informativo como estación de paso de residuos sólidos central mayorista.

La iluminación no es la adecuada, se tiene iluminación natural y solo hay dos lámparas una de un tubo y la otra de dos tubos y, las cuales están alejadas y altas.

El centro de acopio tienen sistema de ventilación natural la entrada de aire es continuo por que el centro de acopio es a la intemperie.

El sistema de suministro de agua es improvisado en la zona de acopio de los residuos sólidos y los desagües están taponados.

No se cuenta con un sistema lavado de la zona de acopio central, ni para las rejillas de los desagües y los elementos utilizados en la recolección.

Más que no poseer, no es muy adecuada la pendiente de la zona donde se encuentra el acopio de los residuos sólidos dificultando la salida de las aguas o líquidos que se puedan derramar en estos lugares. Además este acopio es en cemento sin acabados lisos propiciando focos de microorganismos patógenos.

Se deben dividir y clasificar los espacios según el material o tipo de residuo sólido y recuperado además de rotular cada espacio con el nombre.

A la entrada del acopio principal no se observa ni si quiera un extintor como sistema contra incendio, tratando de cumplir en lo mínimo con la normatividad de seguridad industrial y salud ocupacional.

Los residuos para evacuar a la ruta de recolección externa después de separar el material son puestos en contenedores y se ubican afuera del acopio principal de la central mayorista a donde llega el vehículo recolector compactador de la empresa prestadora del servicio público de aseo externa. La presentación de los residuos al carro recolector se hace en contenedores con tapa.

5.2.4 Sistema de tratamiento

En el Central Mayorista no se hace tratamiento a ninguno de los residuos que se genera pues no se cuenta ni con autorización, equipos y tecnologías adecuadas para tal fin.

Los residuos reciclables se los lleva la empresa contratista encargada de la recolección interna de los residuos en contraprestación por el servicio.

Para los residuos peligrosos no se tiene definido el manejo, tratamiento y disposición final de estos.

Los demás residuos no reciclables ni peligrosos que se generan son entregados a Empresas Varias de Medellín y Enviaseo.

5.2.5 Disposición final

Los residuos reciclables, son llevados por la empresa contratista encargada de su recolección para reincorporarlos al ciclo productivo mediante su comercialización.

Los residuos no reciclables son entregados a empresas varias y enviaseo para su disposición en un relleno sanitario propiedad de cada una de las empresas como son La Pradera y El Guacal respectivamente.

Para los residuos peligrosos se debe contratar con una empresa especializada en manejo de RESPEL para hacer su tratamiento y disposición.

6. RESULTADOS

6.1 PROCESO TÉCNICO DEL COMPOSTAJE

En la planta ya definida anteriormente se realizará el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos provenientes de la Central Mayorista mediante la técnica de compostaje, se llevará a cabo el siguiente proceso para obtener como producto final acondicionadores de suelos.

- **Procedimiento para ingresar las materias primas en la planta**

Los materiales que podemos compostar son los residuos de origen orgánico, debemos tener la precaución de no incluir nunca materiales tóxicos o nocivos. Los materiales que utilizan influirán de una u otra forma a lo largo de todo el proceso de estabilización.

- ✓ Cáscaras y desechos de verduras, granos, legumbres y frutas
- ✓ Desechos de jardín o huerto
- ✓ Desechos sólidos de la cocina
- ✓ Estiércoles de animales aves
- ✓ Desechos de agricultura

El responsable directo de este procedimiento es el Operario Jefe de la planta de producción, dentro del manual de funciones de éste se encuentra descrita esta actividad, pero en la parte técnica, éste debe: Verificar el estado de los empaques y del camión en general para que no haya presentado derramado producto en el camino y que viniera adecuadamente cubierto, hacer que el producto se descargue en el sitio destinado para ello en la planta, confirmar el estado de la materia prima: humedad, aspecto general, olor (característico de la materia orgánica recibida, pero no fétida), color, elementos extraños orgánicos y no orgánicos, llenar el formato de registro de control de materias primas, reportar al Gerente y Director Técnico cualquier inconformidad ó anomalía en el producto recibido.

Esta materia prima debe cumplir con los siguientes parámetros para poderse realizar un proceso industrial de compostaje:

- ✓ La materia prima con origen en plazas de mercado, residuos urbanos e industriales tiene que ser separada en la fuente.
- ✓ El material no puede poseer macro contaminantes como vidrio, plástico, metal y piedras.
- ✓ Debe haber un suministro constante en la cantidad y calidad requerida para el normal funcionamiento de la planta.
- ✓ El material no debe poseer contaminantes como metales pesados en una concentración mayor a lo permitido en la norma NTC 5167.
- ✓ Se debe disponer de materias primas en las proporciones necesarias para realizar la mezcla e iniciar con una buena relación C/N.

- ✓ Las materias primas deben poseer una humedad que en el proceso inicial no supere el 60%, de lo contrario se debe adicionar material seco que puede implicar sobrecostos.
 - ✓ El tamaño del material debe ser inferior a 2" en caso contrario se debe realizar un triturado antes del proceso.
 - ✓ Se deben tener varios tipos de mezclas, que permitan continuar con el proceso continuo en caso de contingencias.
- **Balance de materias primas**
 Por ser este un producto a base de diferentes materiales orgánicos, como pollinaza, gallinaza, celulosa, contenido ruminal, bovinaza, borra de café, desechos orgánicos de Central Mayorista, porquinaza o cualquier otro desecho o subproducto orgánico que pueda ser compostado y que no contenga elementos químicos o biológicos que representen alteración del producto final en los contenidos permitidos por el ICA, o por cualquier otra entidad legal que pudiera regular esta actividad, se hace un balance con cada una de las materias primas que se están empleando en el momento y según su caracterización las mezclamos para poder así obtener la relación C/N y humedad deseada.
 - **Conformación de pilas**
 Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha leñosos, ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de partícula de los materiales.
 Es importante que la relación C/N esté equilibrada, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y de frutas). El nitrógeno será aportado por la gallinaza aportada, las leguminosas verdes. Se mezcla de manera tan homogénea como sea posible los materiales pobres y ricos en nitrógeno, y materiales secos y húmedos.
 Formar la pila con las proporciones convenientes. El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y porosidad aireación (la aireación es de forma mecánica ó forzada) y deber estar en contacto directo con el suelo. Para ello se intercalarán los materiales dependiendo de la humedad.
 Realizamos una adecuada mezcla (cargando una palada de cada material diferente cada vez y esparciéndolo al descargarlo) para que las materias primas queden uniformemente repartidas dentro de la pila y a los dos días posterior a la armada (esperado que la base compuesta por pollinaza y celulosa con muy baja humedad absorban el lixiviado inicial que es abundante), se inicia el primer volteo con la maquina BACKHUS 1550,

homogenizando el material e iniciando el proceso de tratamiento o compostación.

Se marca la pila con su respectivo aviso, llenando los espacios de número de pila y fecha de armada, kilos que la componen y mezcla realizada, así mismo se debe llenar el formato de control de pilas en compostaje.

En los siguientes cuadros se puede observar el cálculo de la mezcla teórica de la relación C/N, para las materias primas que llegan de la Central Mayorista para realizar el proceso de compostaje.

Tabla 2. CARACTERIZACIÓN PROMEDIO DE LAS DIFERENTES MATERIAS PRIMAS

MATERIA PRIMA	HUMEDAD %	DENSIDAD (T/m ³)	CARBONO %	NITROGENO %	C/N
GALLINAZA	40	0,8	18%	4%	13
POLLINAZA	15	0,4	30%	2%	15
AGROFRUT	85	0,6	45%	1%	45
MAYORISTA	75	0,7	45%	1,00%	45
CELULOSA	40	0,51	24%	0,40%	60
RUMINAZA	60	1	40%	2%	20
ORGANICO PROCESADO	85	0,8	49%	3,50%	14
BIOSOLIDOS	80	1	17%	2,30%	7
PODAS	35	0,4	54%	0,80%	67,5

Fuente: Organomezclas S.A.S

Tabla 3. CALCULO DE MEZCLA COMERCIAL PARA COMPOSTAJE

MEZCLA 1	HUMEDAD	TONELADAS	H. BASE SECA	TOTAL H.	CARBONO	NITROGENO
GALLINAZA	0,4	4	2,4	160	0,432	0,096
POLLINAZA	0,15	6	5,1	90	1,53	0,102
CELULOSA	0,4	10	6	800	1,44	0,024
AGROFRUT	0,85	30	4,5	1700	2,03	0,045
TOTAL		50		2750	5,4	0,27
HUMEDAD %				55		
					REL C/N	22,4

Fuente: Organomezclas S.A.S

Los resultados de esta tabla nos indica que la humedad 55% y la relación C/N 22,4 están entre los rangos ideales para llevar a cabo el proceso de compostaje, las materias primas empleadas, todas de origen con separación en la fuente, nos dará un producto final con excelentes características físicas y químicas para ser comercializado.

Tabla 4. CALCULO DE MEZCLA PARA MATERIAL PROVENIENTE DE LA CENTRAL MAYORISTA

MEZCLA 2	HUMEDAD	TONELADAS	H. BASE SECA	TOTAL H.	CARBONO	NITRÓGENO
GALLINAZA	40%	6	3,6	240	0,432	0,144
POLLINAZA	15%	6	5,1	120	1,53	0,102
AGROFRUT	85%	0	0	0	0,00	0,00
CENTRAL MAYORISTA	75%	50	12,5	3000	5,63	0,13
CELULOSA	40%	10	6	1200	1,44	0,024
RUMINAZA	60%	0	0	0	0,00	0,000
ORGÁNICO PROCESADO	85%	0	0	0	0,00	0,000
BIOSOLIDOS	80%	0	0	0	0,00	0,000
PODAS	35%	0	0	0	0,00	0,000
TOTAL		72		4560	9,0	0,40
HUMEDAD %				54		
					REL C/N	25,0

Fuente: Organomezclas S.A.S

Estas tablas se deben estar actualizando permanentemente, debido a la disponibilidad de las materias primas, se deben realizar los balances de acuerdo con lo ofrecido en el mercado al momento de compostar.

- **Volteo de pilas**

Una vez formado el montón es importante realizar un manejo eficiente del mismo, ya que de él dependerá la calidad final del compost. El montón debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa¹³ por parte de los microorganismos descomponedores. El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de

¹³ **oxidasa** es una enzima que cataliza una reacción de oxidación/reducción empleando oxígeno molecular (O₂) como aceptor de electrones.

compostaje, además de homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme. La humedad debe iniciar entre el 50-55% y debe mantenerse entre el 40 y 50%.

Normalmente, el primer volteo se inicia al mezclar las materias primas para conformar la pila y se repite este proceso cada 3 a 5 días, dependiendo de la concentración de oxígeno como principal factor, permitiendo que la actividad microbiana en el compost se genere.

De acuerdo con lo anterior, el volteo se hace cada vez que la concentración de oxígeno así lo requiera, este se realiza con la volteadora BACKHUS 15.50, así mismo se realiza por parte del operario jefe de planta el formato de control de pilas en compostaje.

- **Variables a controlar en el proceso**

Con el objetivo de garantizar una biotransformación bajo condiciones controladas que permitan conservar y aprovechar los nutrientes presentes en los residuos, reducir los tiempos de estabilización y obtener un material orgánico que enriquezca las propiedades del suelo; se recomienda hacer un seguimiento y control a los siguientes parámetros¹⁴:

Temperatura: La evolución de la temperatura es considerada un indicador de la actividad metabólica de las poblaciones de microorganismos involucradas en el proceso, por lo que es indispensable su medición. La temperatura varía en la pila, por lo que se recomienda seleccionar puntos representativos de la misma para evaluar la evolución de ésta. Esta medición debe realizarse diariamente al igual que la temperatura ambiente, las cuales deben registrarse en el formato, antes y después de cada volteo.

Cada pila es monitoreada en su temperatura todos los días así: abrir con una pala un hueco de unos 50 cm de profundidad en el centro de la pila, verificar que el termómetro se encuentre a temperatura ambiente, colocarlo en el centro del hueco con la varilla medidora hacia el centro de la pila, dejarlo ahí durante un minuto. Si la temperatura después de 24 horas no aumenta representativamente (más de 40°C) hay que revisar las demás variables.

En el proceso de compostaje es importante que la temperatura alcance los 65°C con el fin de realizarse un proceso de sanitización y eliminar patógenos, nematodos, salmonella, e-coli, etc.

La temperatura también es un indicativo del estado de madurez del compost ya que cuando está terminando el proceso no debe ser superior a 40°C.

Aireación: La disponibilidad de oxígeno en los procesos biooxidativos constituye un factor crítico, si se tiene presente que la mayor parte de la transformación se da gracias a la acción de organismos aerobios es decir, el tiempo del proceso dependerá entre otras variables de la disponibilidad de oxígeno, por lo que este factor influirá directamente en la velocidad de la degradación del

¹⁴ HERNANDO OROZCO, Francisco. Residuos Orgánicos, aprovechamiento agrícola como abono y sustrato Walter Osorio V. Medellín 1996. Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín.

material orgánico. Se recomienda realizar los volteos según los valores de las tres variables humedad, temperatura y saturación de oxígeno.

Humedad: La presencia de agua en el proceso de compostaje es indispensable para garantizar las necesidades fisiológicas de los microorganismos, es por esto que el seguimiento de esta variable se hace todos los días con el método del horno con 100 grs.

- **Tiempo del proceso y verificación del producto**

Según los resultados de laboratorio, con el balance de materias primas que utilizamos (relación C/N) y con una humedad alrededor del 55% al iniciar el proceso, a partir del día 60 el proceso de compostaje se ha completado. Verificamos que el proceso se terminó cuando tenemos un producto cuya temperatura no pasa de los 40°C, su color es negro, la relación C/N se encuentra entre 9% y 13%, su aspecto es de tierra suelta, no se distingue ninguna de las materias primas utilizadas al inicio, su olor no es penetrante a amoníaco, y su humedad no sobrepasa el 20% según la NTC 5167 la cual medimos con el proceso de diferencia en peso con secado al horno.

Es necesario aclarar que la Norma Colombiana NTC 5167 reglamenta que las humedades máximas para comercializar los acondicionadores orgánicos de suelos es:

- ✓ Para materiales de origen animal, máximo 20%
- ✓ Para materiales de origen vegetal, máximo 35%
- ✓ Para mezclas, el contenido de humedad esta dado por el origen del material predominante, según reportes y resultados de laboratorio está demostrado que la humedad entre el 30% y 40% son ideales para la vida microbiológica del compost por consiguiente valores inferiores a éstos resta riqueza biológica al producto debido a que se reduce la actividad de los microorganismos, metabolismo y proceso fisiológico de éstos, necesarios para la degradación y síntesis de los nutrientes presentes en el suelo.

Comercialmente en el mercado los clientes no valoran esta riqueza y piden que el producto, cualquiera que sea su origen, no posea humedad mayor al 20% esgrimiendo como razón el costo que implica transportar agua.

- **Procedimientos técnicos de clasificación, empaque y almacenamiento**

La clasificación del producto final se realiza con el trommel ZENO el cual separa las partículas inferiores a 4 milímetros para ser transportadas a la tolva empacadora, y el material particulado mayor a esta medida se reincorpora al proceso de compostaje como material inoculado y de baja humedad para conformar una nueva pila.

En el proceso de empaque se realiza por descarga de una tolva y se verifica el peso exacto de cada bulto y se cose adecuadamente no dejando espacios sin costura.

La producción de Mineral-Orgánicos se realiza comúnmente con base en la solicitud directa de los clientes según análisis de suelos y su dosificación corresponde a suplir las necesidades para estos casos específicos.

En cuanto al desarrollo de productos comerciales de línea el empleo de minerales para mezclas se basa en comportamientos de los suelos comunes en las diferentes zonas así:

- ✓ Adicionar Calcio y Magnesio para zonas ganaderas con suelos ácidos.
- ✓ Adicionar Calcio y Roca Fosfórica en zonas con suelos ácidos y cultivos predominantes como la caña.
- ✓ Adicionar Magnesio, Fósforo y Calcio zona bananera Urabá.

Luego se almacena el producto terminado en arrumes de 10 planchas y de 28 bultos por plancha, todos perteneciendo a un mismo lote. Luego se llena el formato de control de producción.

- **Metodología de codificación y almacenamiento de muestras de lotes**

El producto es liberado al mercado en lotes de 250 toneladas cada uno, que corresponden a una pila de compostaje, estas pilas tienen su debido seguimiento durante el proceso de fabricación, los lotes están conformados por 5.000 bultos de 50Kg.

Estos lotes van identificados con cuatro números, los dos iniciales corresponden al número del lote que inicia en el año y los dos siguientes corresponden al año, por ejemplo el cuarto lote del año 2.011 será 0411, hasta el último lote del mismo año, pudiendo llegar hasta cualquier número del total producido en año. En el registro de lotes se anotara la fecha de producción de cada uno para el respectivo control, los empaques vienen con la impresión del número del lote desde la fábrica, por lo que no puede ser modificada ni alterada.

De cada lote se guarda una muestra de mínimo 5 kilos con la identificación visible, estas tienen un lugar específico de almacenamiento dentro de la planta, en donde no se mojen, no les dé luz directa del sol, ni puedan ser rotos o alterados, las cuales se conservarán por un tiempo mínimo de seis meses después de ser liberados al mercado, tiempo en el cual consideramos que el producto fue usado y ha generado el efecto esperado en el suelo y las plantas.

En la bodega se lleva un registro que se llama control de producción y venta con número del lote, el cual diligencia diariamente el Operario Jefe de planta,

previa capacitación para esto, este formato es revisado semanalmente por el Gerente y Director Técnico.

6.1.1 Métodos de control de calidad

- **Control de calidad de materias primas:**

Los proveedores de subproductos como pollinaza, gallinaza, ruminaza, bovinaza, agroindustriales y residuos orgánicos de la Central Mayorista, despachan a nuestra planta siempre con los mismos procedimientos, sin embargo en la planta se tiene el siguiente procedimiento de recibida e inspección de las materias primas:

Se verifica el estado de la materia prima como: humedad, aspecto general, olor (característico de la materia orgánica recibida, pero no fétida), color, elementos extraños orgánicos y no orgánicos (que no contenga elementos contaminantes), con el fin de aceptar o rechazar el ingreso.

- **Control de calidad en el proceso de fabricación:**

Por ser este un producto a base de diferentes materiales orgánicos, y que no contienen elementos químicos o biológicos que representen alteración del producto final en los contenidos permitidos por el ICA, o por cualquier otra entidad legal que pudiera regular esta actividad, se hace un balance para las materias primas que se están consiguiendo en el momento, con el fin de iniciar el proceso con una relación C/N entre 20% y 30% y una humedad entre el 50% y 60%. Se mezclan por volumen en las medidas necesarias con la pala del cargador.

- **Controles de oxígeno, temperatura y humedad**

Se debe realizar el monitoreo de cada pila todos los días con los respectivos equipos, introduciendo la varilla medidora hacia el centro de la pila (4 puntos diferentes), se deja ahí durante un minuto y se lee la concentración de oxígeno (lo deseado son concentraciones de oxígeno no inferiores al 13% ó saturación de oxígeno mayor al 50%) y la temperatura (según los resultados se debe realizar volteo), el proceso de secado del material en compostaje se realiza por medio de los volteos, esperando obtener al final del proceso un 20% de humedad.

El proceso de secado del material en compostaje se realiza por medio de los volteo, se monitorea humedad con el método del horno a 70°C por 24 horas con 300 gr de muestra y se calcula con las diferencias de peso.

- **Volteo de pilas**

Como se indicó en el punto anterior, se hace cada vez que el oxígeno presente una concentración inferior al 13% o cuando se requiera para homogenizar las pilas o disminuir la humedad. Este volteo se realiza con la volteadora

BACKHUS. Si la pila no alcanza temperaturas, por encima de 60°C, quiere decir que está faltando o hay exceso de humedad también puede haber un desbalance en las materias primas, faltando productos nitrogenados que ayuden al proceso, entonces el Director técnico y/o sus asesores tomarán los correctivos necesarios. Se debe diligenciar por parte del Operario Jefe de planta el formato de control de pilas en compostaje.

- **Control de calidad en empaque y almacenamiento**

Antes de pasar por trommel, se debe verificar el estado de las cribas, para que el producto salga de buena calidad.

En el proceso de empaque se verifica que el costal tenga adentro la bolsa plástica para proteger el producto, se verifica el peso exacto de cada bulto y se cose adecuadamente no dejando espacios sin costura, luego se arruma adecuadamente y se almacena en planchas de 28 bultos que tengan un mismo lote. Luego se llena el formato de control de producción.

- **Control de calidad para aceptación de lotes**

La persona de la planta que es responsable directamente de la calidad de la producción es el Operario Jefe, bajo la orientación, instrucción y supervisión del gerente y Director técnico. Este con los operarios de planta ejecuta el procedimiento anteriormente descrito para lograr un producto de calidad y homogéneo.

Durante el proceso de tamizaje de una determinada pila de compostaje, esta debe cumplir los siguientes parámetros inmediatamente después del tamizaje:

- ✓ Temperatura inferior a 40°C,
- ✓ Humedad máxima del 20%
- ✓ Color negro, aspecto de tierra suelta
- ✓ No debe tener olor penetrante a amoníaco
- ✓ No puede se debe distinguir ninguna de las materias primas utilizadas
- ✓ Relación C/N entre 9 y 14.

El producto final obtenido del proceso del compostaje y una vez analizado en el laboratorio el producto cumple con las normas requeridas por el ICA y la NTC 5167 para poderse comercializar.

Las condiciones físicas y químicas del producto son bastante buenas y se puede comercializar en cualquier zona del país y según los sondeos realizados se ha observado muy buena aceptación de éste y las pruebas de campo han mostrado excelente comportamiento y respuesta de los cultivos en que fue aplicado (papa, banano, hortalizas.), la demanda de acondicionadores orgánicos de suelos es más creciente cada día debido a la necesidad de adecuar suelos con vocación agrícola ya que han sufrido sus estructuras

físicas por situaciones como: el sobre-pastoreo, la erosión, la excesiva mecanización, sobre-labranzas y desgaste de la capa orgánica.

Así mismo, por lo anteriormente mencionado y las aplicaciones continuas de químicos (fertilizantes y pesticidas) los suelos se encuentran desbalanceados químicamente y condiciones como pH, C.I.C. y conductividad se deben recuperar. Para obtener buenos resultados se deben aplicar los acondicionadores orgánicos de suelos de buena calidad; Estas situaciones son comunes en el Norte y Oriente del departamento donde según estudio realizado por la empresa Organomezclas S.A, el consumo de Abonos Orgánicos es aproximadamente de 120.000 bultos de 50 kilos mensual en el departamento de Antioquia.

Es común encontrar en el mercado productos que nos son procesados completamente y en algunos casos están sin estabilizar por consiguiente, se observa una demanda insatisfecha por ausencia de oferta de producto de buena calidad y por el efecto negativo que produce en los suelos un producto inestable que causa efectos adversos y mitifica el uso de los abonos orgánicos, porque dicen “que quema el suelo”.

Una vez empacado el producto, se distingue por lotes que serán liberados al mercado, y estos son aceptados bajo los siguientes parámetros:

- ✓ Ir debidamente empacados en costales con el rótulo exigido por el ICA
- ✓ Los lotes deben ser identificados con la numeración establecida.
- ✓ El empaque debe tener fecha de fabricación y fecha de vencimiento.
- ✓ El producto debe estar empacado en costal de polipropileno con bolsa plástica por dentro y cocido con máquina.
- ✓ De cada lote se debe conservar una muestra en planta por un año como mínimo para ser analizada en caso de requerirlo alguna autoridad o para atención de quejas de clientes.
- ✓ Estos bultos de se almacenan bajo techo y debidamente acondicionada para ello, con estibas.

- **Control de calidad externo**

La Empresa estableció contratos de control de calidad con laboratorios de análisis autorizados por el ICA así:

Laboratorio GIEM de la Universidad de Antioquia: para análisis físico químico, ensayos de fitotoxicidad.

Laboratorio Dr. Calderón: para análisis microbiológico de Enterobacterias y Salmonella SP.

Para los cuales se envían las muestras establecidas en los contratos adjuntos, además se envían muestras para ser analizadas de manera extraordinaria al contrato cada vez que se tenga alguna modificación en la formulación por cambio en las materias primas o por cambios en alguna parte del proceso de fabricación, también se envían muestras cada que se detecte un cambio importante en el producto terminado que pudiera afectar la calidad, también

estamos dispuestos a enviar muestras a dichos laboratorios cada que se presente alguna inconformidad o reclamación por parte de algún Cliente, o cuando las autoridades, especialmente el ICA lo exija.

- **Metodología para la toma de muestras**

El día que corresponde el envío de muestra para análisis rutinario, se comienza cuando la pila que se está tamizando y va más o menos por la primera tercera parte, se toma una muestra de 3 Kilos, luego se espera a que la pila vaya por la mitad y se toma otra muestra de 3 Kilos, luego cuando la pila vaya por las dos terceras partes se toma la última muestra de igual tamaño a las anteriores, estas muestras se toman directamente del producto para ser empacado, se toman en bolsas plásticas nuevas, se mezclan y se saca la muestra final empacándola sellada herméticamente en dos bolsas plásticas y se lleva ese mismo día al laboratorio, lo que queda de la muestra tomada se guarda y se rotula por si se requiere una contra- muestra en el laboratorio. Como la empresa tiene establecida su metodología de codificación de lotes, en la cual se puede identificar un determinado lote de que pila de compostaje proviene, que fecha se armó, en qué fecha se empaco, se apunta en el debido registro el número del lote al cual corresponde la muestra para futuras consultas. En todo caso se trata de que la muestra sea lo más representativa posible y que no se contamine en el proceso de su toma, homogenización y envío.

Así mismo, se deja planteado un manual de operaciones para el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante el proceso de compostaje industrial donde se debe tener en cuenta lo siguiente:

6.1.2 Recurso humano

Una planta de compostaje no solo debe obedecer a criterios técnicos, económicos y ambientales, sino que debe ser generadora activa de soluciones de empleo digno que ayuden al desarrollo¹⁵.

La infraestructura y disponibilidad de materia prima no son elementos suficientes para el éxito de un proyecto de compostaje, podría decirse que depende mayoritariamente del conocimiento del recurso humano que lo compone. Por lo anterior, es indispensable contar con personal competente que desempeñe labores administrativas y operativas que respondan a las estrategias diseñadas para el éxito del proyecto, a continuación se detallan las principales responsabilidades del equipo de trabajo perteneciente a un proyecto de compostaje.

¹⁵ Cartilla técnica de compostaje para residuos sólidos domiciliarios separados en la fuente, Corantioquia, 2008.

- **Personal administrativo**

Paralelamente a la operación de la planta se debe contar con funcionarios responsables de la gestión de los recursos. Dicho personal debe garantizar los recursos económicos y de infraestructura que permitan el normal desempeño de las operaciones. También es importante la gerencia de las operaciones logísticas diseñando y ejecutando esquemas de compras, almacenamiento y transporte tanto de materia prima como de producto terminado. Finalmente y en ausencia de un responsable comercial debe responder por la negociación del producto.

- **Personal operativo**

Es responsabilidad del Coordinador:

- ✓ Programar las actividades operativas al interior de la planta.
- ✓ Control de cantidades de entrada y tipo de materiales.
- ✓ Diseñar la mezcla y controlar que se realice de forma adecuada.
- ✓ Controlar y hacer seguimiento a las actividades del proceso de estabilización de los residuos sólidos orgánicos.
- ✓ Verificar el comportamiento de las variables de seguimiento y control y hacer los ajustes pertinentes que garanticen el proceso.
- ✓ Enmiendas minerales
- ✓ Controlar y hacer seguimiento a las actividades del plan de manejo integral de plagas.
- ✓ Diligenciar adecuada y oportunamente todos los formatos que tenga bajo su responsabilidad.
- ✓ Programar los mantenimientos preventivos, correctivos y rutinarios y las actividades de orden y limpieza al interior de la planta.
- ✓ Notificar cualquier anomalía al interior de la planta de compostaje y ser parte activa en la formulación de acciones de mejora.
- ✓ Es responsabilidad de los Operarios:
- ✓ Verificar la conformidad de los residuos sólidos orgánicos que ingresan a la planta frente a los estándares internos.
- ✓ Eliminar macrocontaminantes, pesar y ajustar el tamaño de partícula del material crudo.
- ✓ Conformar las pilas de acuerdo a los procedimientos establecidos.
- ✓ Llevar a cabo el proceso de aireación de las pilas de materia orgánica, según las indicaciones y procedimientos establecidos.
- ✓ Evaluar las variables de seguimiento y control de acuerdo a la programación.
- ✓ Operar correctamente los equipos siguiendo los procedimientos estipulados y velando por el buen funcionamiento de los mismos mediante un correcto mantenimiento preventivo.
- ✓ Diligenciar adecuada y oportunamente todos los formatos que tenga bajo su responsabilidad, para de esta forma poder garantizar la conformidad y trazabilidad del sistema.

- ✓ Realizar las actividades correspondientes al refinado y empaque del producto terminado.
- ✓ Ejecutar las actividades de vigilancia y control de las medidas preventivas y correctivas del manejo integral de plagas.
- ✓ Velar por el orden y el aseo al interior de la planta de compostaje, respetando los espacios especificados para cada fin.
- ✓ Cumplir el reglamento interno de seguridad e higiene ocupacional establecida para la planta de compostaje, incluyendo el uso de los implementos de seguridad ocupacional indispensables para la realización de sus tareas.

6.1.3 Medidas higiénicas para operarios y visitantes

- **Prevención de la exposición y protección colectiva**

Los lugares de trabajo como bodega de compostaje, área de tamizado y empaque y área de almacenamiento de producto terminado son los más ventilados posibles para evitar la concentración de polvo orgánico, por lo tanto no se debe obstruir su ventilación con plásticos o similares.

Sin embargo dada la dificultad de prevenir esta dispersión, debido a las características del proceso de compostaje, se trata de que mientras se esté haciendo volteo de pilas, o algún trabajo que produzca liberación de polvo, solo deben permanecer en el área las personas que estén trabajando directamente allí, y con la respectiva protección que se describe más adelante, no permitir el ingreso a esa área a personas ajenas o trabajadores que no tengan una labor específica allí.

- **Medidas higiénicas**

- ✓ No comer, beber o fumar en las zonas de trabajo, para esto se designan períodos de descanso dentro de la jornada laboral, en los cuales los trabajadores se asean previamente.
- ✓ Mientras se esté trabajando evitar tocarse los ojos, nariz o boca con los dedos untados de material, si es necesario, pedir permiso para retirarse temporalmente del sitio de trabajo y asearse.
- ✓ Lavarse las manos, brazos y cara antes de comer o fumar durante los períodos permitidos en el horario de jornada laboral.
- ✓ La empresa provee a sus trabajadores la dotación adecuada según la labor que desempeña el trabajador.
- ✓ Protección de la cabeza mediante gorro o similares para evitar la deposición y cúmulo de polvo.
- ✓ La empresa proporciona un lugar para guardar la ropa de trabajo.
- ✓ La empresa dispone de un lugar adecuado para guardar los equipos de protección y verifica mediante el Operario Jefe que éstos se limpian y se mantienen correctamente.

- ✓ Prohibición expresa que los trabajadores salgan con la ropa y el calzado de trabajo puestos de la planta.
 - ✓ Al salir de la zona de trabajo, el trabajador deberá quitarse la ropa de trabajo y los equipos de protección personal que puedan estar contaminados por agentes biológicos y deberá guardarlos en lugares que no contengan otras prendas.
 - ✓ La empresa tiene afiliados a sus trabajadores a las entidades promotoras de salud y a riesgos profesionales, y vigila que cualquier trabajador que presente síntomas de enfermedad, especialmente respiratoria acuda inmediatamente al médico.
- **Equipo de protección individual**
Mientras se esté haciendo volteo, molienda, empaque o cualquier actividad que levante polvo, se debe usar:
 - ✓ Mascarillas auto filtrantes apropiadas contra bioaerosoles (preferentemente de tipo FFP3).
 - ✓ Gafas ajustadas (tipo cazoleta).
 - ✓ Tapa oídos tipo espuma
 - ✓ Mangas removibles de tela tipo taxista
 - ✓ Trapo en la cabeza tipo coter.
 - ✓ Guantes en operaciones que impliquen la manipulación de residuos y operaciones de limpieza.
 - **Medidas de carácter general**
Los trabajadores son informados e instruidos mediante reuniones, acerca de estas medidas de seguridad, y ningún trabajador debe comenzar a laborar en esta empresa sin antes haber recibido la debida instrucción por parte del Operario Jefe de planta o por el Gerente, además esta circular permanecerá en la planta en un lugar visible para los trabajadores, demás funcionarios y visitantes.

6.2 PRODUCTO FINAL

Se obtuvo que el producto final se ha producido en las mejores condiciones físico-químicas y presente una alta calidad, que contribuya a la conservación del medio ambiente mediante la implementación de alternativas para el adecuado manejo de los residuos sólidos, mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos y así mismo obtener un acondicionador de suelo con características comerciales de optimas condiciones que garantice su posición y permanencia en el mercado, lo que representaría mayor productividad para el cliente final.

El producto final será un acondicionador orgánico de suelos con las siguientes características de acuerdo con la norma NTC 516:

Humedad inferior al 20%

Nitrógeno mayor a 1

Fosforo mayor a 1

Potasio mayor a 1

Capacidad de retención de agua mayor a 100

Relación Carbono Nitrógeno entre 8 y 15

Materia orgánica mayor a 25

El producto será libre de Salmonella, Nematodos, hongos y demás patógenos.

Densidad entre 45 y 55

El producto final será apto para aplicar en cualquier clase de cultivos comerciales como en banano, café, frutales, papa, pastos, etc.

El producto final acondicionador de suelos se comercializará a granel o en bultos, la presentación del empaque es en polipropileno con capacidad de almacenar los 50 kilos de producto y en su interior se colocara una bolsa linners con el fin de proteger el producto de derrame y humedad exterior.

Este producto se podrá mezclar con minerales o con fertilizantes químicos para sacar productos mineral-orgánicos y orgánicos reforzados.

El producto no tiene afectaciones importantes durante su almacenamiento, la mayor variación se dará en la merma de peso de éste por la pérdida de humedad.

El producto cumplirá con todas las normas técnicas, físico-químicas y sanitarias, y tendrá los respectivos registros ICA necesarios para su comercialización.

A continuación se presenta en la siguiente tabla comparativa los resultados del producto final obtenido en planta de aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante el proceso de compostaje industrial, con las normas vigentes para la comercialización del acondicionador de suelo como producto final, las muestras fueron llevadas a laboratorios certificados para estos parámetros.

Tabla 5. RESULTADO DEL PRODUCTO FINAL VS NORMA

ITEM	MUESTRA 1	MUESTRA 2	NORMA NTC 5167	PARAMETROS DE LA NORMA
pH	9,13	9,3	ENTRE 4 Y 9	RANGO PERMITIDO 4 Y 9
DENSIDAD g./cm	0,52	0,45	0,6 g/cc	MAXIMA DENSIDAD 0,6 g/cm
RETENCION AGUA %	203,2	210,6	MAYOR A 100	MINIMO SU PROPIO PESO
C.I.C. meq./100g.	36,22	31,85	30	MINIMO 30 meq./100g.
HUMEDAD %	25,23	21,06	35	ORIGEN VEGETEL MAX 35% ANIMAL 20%
CENIZAS %	22,64	38,33	60	MAXIMO 60
NITROGENO-N %	1,56	1,11	1	INFORMARLOS SI SON VALORES SUPERIORES A 1
FOSFORO P2O5 %	3,02	2,5	1	INFORMARLOS SI SON VALORES SUPERIORES A 1
POTASIO K2O %	1,04	1,04	1	INFORMARLOS SI SON VALORES SUPERIORES A 1
CADMIO Cd ppm	0,88	1,58	39	MAXIMO 39 ppm
CROMO Cr ppm	7,13	10,44	1200	MAXIMO 1200 ppm
COBRE Cu ppm	69,79	101,95	0	NO ESTA INCLUIDO
NIQUEL Ni ppm	13,6	17,5	420	MAXIMO 420 ppm
PLOMO Pb ppm	89,85	114,21	300	MAXIMO 300 ppm
MERCURIO Hg ppm	-0,1	-0,1	17	MAXIMO 17 ppm
CARBONO ORGANICO MIN.	15	16.5	15%	MINIMO 15 %

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados que se mencionan anteriormente se observa que el producto final cumple con casi todos los parámetros exigidos en la Norma Técnica Colombiana (NTC), en cuanto al PH se puede notar que se encuentra por encima de la Norma pero en un rango de variación aceptable, (los consumidores permiten el valor del PH, porque la mayoría de suelos del departamento de Antioquia son ácidos y se aplica el producto final con el fin de mejorarlos).

Así mismo es de resaltar que el producto final cumple en todos los ítems de metales pesados, presentando valores inferiores a los máximos permitidos por la Norma.

El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, se consolida como una opción, capaz de reducir las cantidades y costos operativos propios de la recolección y disposición final (incluidos los rellenos sanitarios, prologando s vida útil) por los que se pagan valores altísimos, por lo que se debe compensar, el compostaje industrial, además de otorgarle un impacto positivo al ambiente e impulso adicional a la agricultura orgánica los productores agropecuarios conocen que la relación entre el contenido de materia orgánica del suelo, aumento de la porosidad y retención de la humedad elevan la fertilidad potencial de las zonas dedicadas a la siembra. Este producto es un acondicionador físico que mejora la estructura del suelo porque aporta nutrientes necesarios para la producción de cultivos.

7. CONCLUSIONES

En las plazas de mercado de Colombia se logra identificar el proceso educativo como uno de los más renuentes a ser aceptados por parte de la población dentro de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, debido a la dificultad para liderar procesos de concientización frente al aprovechamiento del material orgánico. Este proceso debe ser continuo para lograr la eficiencia y sostenibilidad en el tiempo, por esto se requiere un apoyo constante de todos los actores involucrados en las plazas de mercado, la autoridad ambiental, la academia y demás entidades que velan por el mejoramiento del ambiente.

La actividad primordial para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos es la separación en la fuente, aspecto que no se ha desarrollado totalmente a pesar de estar incluido en los programas del manejo integral de los residuos sólidos (MIRS) de la Central Mayorista, haciendo esto difícil la aplicación de las técnicas de aprovechamiento como el compostaje industrial, así mismo genera sobrecostos en la taza de aseo, pérdidas económicas, daños ambientales y reducción de la vida útil de los rellenos sanitarios.

El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos es una actividad deseable desde el punto de vista ambiental, siempre y cuando se realice adecuadamente.

Los factores claves que influyen en el logro efectivo de programas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos al interior de las plazas de mercado son: Participación efectiva de todos los actores que intervienen en el proceso, apoyo e intervención directa de las administraciones o gerencias de las plazas, empresas activas de recolección, transporte, gestión y control de los proyectos, planificación del proceso con una clara visión de los objetivos y los logros a obtenerse a corto y largo plazo, estudios de factibilidad, diseños previos que establezcan estrategias que permitan una mayor permanencia temporal del proyecto, educación y capacitación a la población.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en la Central Mayorista de Medellín, en la planta de compostaje industrial citada en el trabajo es uno de los más avanzados y tecnificados, para la producción comercial de acondicionadores de suelos (Abonos orgánicos).

Las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los residuos orgánicos de la Central Mayorista, representan un potencial alto de materia prima susceptible de ser transformada en abonos orgánicos de alta calidad, siempre y cuando su separación en la fuente se incremente para llegar al aprovechamiento del 100% generado (aproximadamente 40-60 t/d) y para que no solo sea técnicamente viable sino económicamente rentable su proceso técnico.

El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante el proceso del compostaje se consolida como una opción, capaz de reducir las erogaciones y costos operativos propios de la recolección y disposición final (incluidos los rellenos sanitarios), además de otorgarle un impacto positivo al ambiente e impulso adicional a la agricultura elevando la fertilidad potencial de las zonas dedicadas a la siembra. Este producto es un acondicionador físico que mejora la estructura del suelo porque aporta nutrientes.

El producto final obtenido después del proceso del compostaje es un acondicionador de suelos producido con residuos sólidos orgánicos, que cumple con los parámetros de calidad establecidos en la norma y es certificado por el ICA, para realizar su comercialización en el mercado.

Se identificaron las zonas para llevar a cabo el desarrollo del proceso del compostaje como son: la zona de pre-tratamiento, tratamiento y pos-tratamiento, así mismo se evidencio la recepción y calidad de la materia prima proveniente de la Central Mayorista.

Es imprescindible reforzar la práctica de segregar en la fuente estableciendo una diferenciación en la recolección, de tal manera que se implemente la recolección del material reciclable de forma independiente de la recolección de residuos orgánicos, para ello juega un papel importante los recipientes utilizados, se sugiere que para los residuos sólidos orgánicos se emplee recipientes de un color diferente (verde), a los utilizados actualmente en la Central Mayorista para todos los residuos sólidos (azul) o se recomienda mejor que se usen estos contenedores azules, pero con un letrero grande que diga solo residuos orgánicos.

Optimizar rutas selectivas para la recolección y transporte de los residuos sólidos teniendo en cuenta la disponibilidad de tractor y evitar así la contaminación del material orgánico que se viene dando en la actualidad con las rutas mixtas, es de resaltar que la Central Mayorista a partir de enero de 2012 cuenta con un tractor adicional para realizar esta actividad.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la revisión bibliográfica en las experiencias realizadas en el país para el manejo integral de los residuos sólidos generados en las plazas de mercado, se observa una escasez de normas técnicas para el desarrollo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos urbanos, por lo cual se recomienda a los entes de Gobierno Nacional evaluar la posibilidad de fortalecer estas normas, de manera que se den mejores pautas para la construcción y operación de estos sitios. Una vez instaurada la política nacional respecto al manejo de residuos sólidos orgánicos, las plazas de mercado podrán generar políticas locales y sectoriales de acuerdo a la dinámica de cada una.

Motivar a la Central Mayorista, que es líder en la implementación de separación en la fuente, a que lleve un estricto control y estadísticas que permitan monitorear los procesos de manejo de residuos orgánicos para hacer visible el proyecto de aprovechamiento de forma sostenible y eficiente.

Generar programas que fortalezcan el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos en las plazas de mercado de Colombia como mecanismo para incrementar los ingresos económicos, a la vez que se está contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente.

Buscar mecanismos prácticos y viables para desarrollar programas que involucren los diferentes actores ciudadanos en la construcción de la cultura del aprovechamiento y de no "basura".

Se hace indispensable la implementación de estrategias y campañas continuas al interior de la Central Mayorista en todas las fases del ciclo de los residuos sólidos orgánicos, para generar en la población una conciencia y educación ambiental.

Si bien es cierto que un programa no puede dar solución inmediata al 100% de los residuos sólidos orgánicos generados en la Central Mayorista, es necesario plantear metas que nos acerquen al principio alemán de "cero emisiones", basado en la teoría que lo que es residuo para unos es materia prima para otros.

Fortalecer al interior de la Central Mayorista el manejo integral de los residuos sólidos, definiendo recipientes de almacenamiento de color y tamaño diferente para los residuos orgánicos, igualmente realizar su recolección y transporte mediante una ruta selectiva para este material.

A partir del diagnóstico se pueden introducir patrones de cambio en la cadena de comercialización de alimentos, a fin de reducir la producción de los residuos sólidos, separarlos adecuadamente y tratarlos o aprovecharlos de forma técnica y económicamente viable para la Central Mayorista, se deben establecer procesos

y parámetros de cambio, los cuales conforman el PMIRS, trabajar en programas de gestión de residuos, especialmente programas de reciclaje y de compostaje, y sobre todo sí éstos se traducen en una disminución de las tarifas vigentes, incluyendo la ejecución de un programa de capacitación con aspectos técnicos, ambientales, económicos y normativos.

Realizar un cambio en el proceso de recolección de residuos por parte del personal del aseo en caso de implementar un nuevo sistema de separación en la fuente de los residuos en el cual no se mezcle lo reciclable con lo no reciclable.

Hacer una reinducción al personal del aseo acerca del uso y manejo de las canecas de almacenamiento, contenedores, cajas estacionarias y zona de acopio, así mismo se le debe destinar a cada operario bloques y tiempos de recolección específicos.

Establecer para residuos biodegradables la frecuencia de recolección teniendo en cuenta que debe ser diaria y mayor de dos veces al día, evitando se cumpla el ciclo de la mosca, en cambio para residuos con alto contenido de material reciclable o no peligroso, la frecuencia de recolección puede ser menor, incluso hasta una vez por día.

BIBLIOGRAFÍA

ANTIOQUIA. AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. (2006). Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos regional del Valle de Aburrá-PGIRS Regional. Medellín.

BARRENA GÓMEZ, R. Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. Barcelona. 2006

BOGOTÁ- SECRETARÍA GENERAL DE LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. (28 de Diciembre de 2007). Alcaldía de Bogotá. Obtenido de Decreto 620 de 2007
Alcalde Mayor:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=28150>.

_____,_____. UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS BOGOTÁ, D. C. Programa para la Gestión de los Residuos Sólidos Orgánicos Para la Ciudad de Bogotá, D. C. Versión 2. Marzo 2010.

BRINTON, W. F., Evans, E., & Droffner, M. L. (s.f.). A Standardized Dewar Test For Evaluation Of Compost Self-Heating. [En línea]. [Citado: 6 Dic. 2011]. [Disponible en: www.woodsend.org/pdf-files/dewar_re.pdf].

COMPOSTANDO S.A.. Manual de compostaje doméstico. Sevilla. 2004

CONAMA. Manual de compostaje casero. [En línea]. [Citado: Ene. 15 2012]. [Disponible en: <http://www.conama.cl>].

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA - CORANTIOQUIA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Manejo y Evaluación de la Porquinaza Mediante Procesos de Compostación. Medellín. 2003

_____,_____. Cartilla técnica de compostaje para residuos sólidos domiciliarios en la fuente. Medellín. 2008.

EMISON. (s.f.). Condicionantes del compostaje. [En línea]. [Citado: Ene. 15 2012]. [Disponible en: <http://www.emison.com>].

FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Manual de Agricultura Alternativas, 2004, Bogotá D.C. Impreso por Quebecor World Bogotá S.A.

GÓMEZ ZAMBRANO, Jairo Abonos Orgánicos. Cali, Mayo de 2000 Impresora Feriva S.A.

HAUG, R. T. Composting Process Design Criteria. Part 1: Feed Conditioning. Biocycle , . 1999. 60p

ICONTEC. (31 de Mayo de 2004). NTC 5167. Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo . Bogotá, Colombia: ICONTEC.

J. Stoffella, P., & A. Kahn, B. Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. MundiPrensa.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2000-2006). Reglamento técnico del sector de agua potable, saneamiento básico y ambiental (RAS). Bogotá D.C., Colombia.

_____, _____. MINISTERIO DE SALUD. (26 de Junio de 1984). Ministerio de Protección Social. Obtenido de Decreto 1594:

<http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/library/documents/DocNewsNo16115DocumentNo4054.PDF>.

_____, _____. MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES DE ESPAÑA. (s.f.). NTP 597: Plantas de compostaje para el tratamiento de residuos: Riesgos higiénicos. Recuperado el 14 de Diciembre de 2009, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_597.pdf.

MORENO CASCO, J., & Moral Herrero, R. Mundiprensa. 2008

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. 1999. 150p

OROZCO Francisco Hernando. Residuos Orgánicos, aprovechamiento agrícola como abono y sustrato Medellín 1996. Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín.

RÖBEN, E. Manual de compostaje para municipios. Loja. Rodriguez Salinas, M. A., & Cordoba Vásquez, A. Manual de compostaje municipal. Mexico. 2002. 300p

SÁNCHEZ, A. Respirometría aplicada al proceso de compostaje. Barcelona, España. 2007. 78p

VEGAS, Felipe. Zona Verde Producción de Compost. Foro verde de España. [En línea]. [Citado: 15 Ene. 2012]. [Disponible en: <http://zonaverde.foroespaña.com/tu-primer-foro-f1/compostaje-t2.htm>].

Notas de clase: Especialización en Residuos Sólidos y Peligros, Corporación Universitaria Lasallista, 2011-2012.