

**PARAMETROS PARA CONVERTIR LOS RESIDUOS VEGETALES  
PRODUCIDOS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER-UIS EN LOMBRIABONO BASADO EN ESTUDIOS  
TEORICOS**

**WILSON MEDINA LEON**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
POSTGRADO EN ALTA GERENCIA  
BUCARAMANGA  
2005**

**PARAMETROS PARA CONVERTIR LOS RESIDUOS VEGETALES  
PRODUCIDOS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER-UIS EN LOMBRIABONO BASADO EN ESTUDIOS  
TEORICOS**

**WILSON MEDINA LEON**

**Trabajo de grado para optar al título de especialista en alta  
gerencia**

**Director  
HERNAN PABON BARAJAS  
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICA  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
POSGRADO EN ALATA GERENCIA  
BUCARAMANGA  
2005**

***A Dios que me ha dado tanto a lo largo de toda mi vida.  
A Janet mi esposa, mis hijos Giovanni y Sebastián por su  
colaboración y amor***

***Wilson***

## **AGRADECIMIENTO**

El autor expresa su agradecimiento a:

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales por la valiosa colaboración prestada durante el Postgrado.

Ingeniero Hernán Pabón coordinador de la especialización, por su apoyo y constantes consejos.

Ingeniero Iván Augusto Rojas Camargo jefe de la División de Planta Física de la UIS, por su oportuna orientación.

A todos los compañeros y amigos, a los que nunca olvidare después de vivir tantas experiencias.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	15
1. RESIDUOS SOLIDOS	17
1.1 MARCO LEGAL Y AMBIENTAL EN COLOMBIA	17
1.1.2 Decreto 2811 DE 1974	18
1.1.3 Ley 9 DE 1979	18
1.1.4 Ley 99 DE 1993	18
1.1.4.1 Concepto de Desarrollo Sostenible	19
1.1.5 Ley 142 DE 1994	19
1.1.6 Decreto 2676 DE 2000	19
1.1.7 Ley 689 DE 2001	19
1.1.8 Decreto 1713 DE 2002	20
1.1.8.1 Contenido y alcance	20
1.1.8.2 Principios básicos para la prestación del servicio público	
Aseo	20
1.1.8.3 Responsabilidad de la prestación del servicio	21
1.1.8.4 Responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos	21
1.1.9 Decreto 1140 DE 2003	21
1.1.9.1 Sistema de almacenamiento colectivo de R.S.	21
1.1.10 Decreto 1505 DE 2003	22

1.1.10.1	Aprovechamiento en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos	22
1.1.10.2	Aprovechamiento en el marco del servicio público domiciliario de aseo	22
1.1.11	Resolución 1045 DE 2003	23
1.1.12	Resolución 0477 abril 29 DE 2003	23
1.1.13	Resolución 413 junio 3 DE 2004	23
1.2	MARCO INSTITUCIONAL EN COLOMBIA DE LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	23
1.2.1	Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo T	23
1.2.2	Ministerio de Salud	24
1.2.3	Corporaciones Autónomas Regionales	24
1.2.4	Municipios	24
1.2.5	Empresa Municipal de Aseo de Bucaramanga	24
1.2.5.1	Naturaleza jurídica	25
1.2.5.2	Objetivos generales	25
2.	GENERALIDADES DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	26
2.1	CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	26
2.1.1	Generación	26
2.1.2	Almacenamiento	27
2.1.3	Segregación inicial	27
2.1.4	Recolección	27

2.1.5	Recolección con separación simultanea	27
2.1.6	Transporte primario	27
2.1.7	Transferencia	27
2.1.8	Tratamiento centralizado	27
2.1.9	Transporte secundario	27
2.1.10	Disposición final	27
2.1.11	Acondicionamiento de residuos reciclables	28
2.1.12	Otros tratamientos intermedios y avanzados	28
2.2	CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	29
2.2.1	Por su origen	29
2.2.1.1	Domiciliarios	29
2.2.1.2	Comerciales	29
2.2.1.3	De vías públicas	29
2.2.1.4	Institucionales	29
2.2.1.5	De mercado	29
2.2.1.6	De hospitales	29
2.2.1.7	Industriales	30
2.2.2	Desde el punto de vista sanitario	30
3.	GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	31
3.1	REDUCCIÓN EN EL ORIGEN	31
3.2	EL RECICLAJE	31
3.2.1	Ventajas del reciclaje	31

3.2.2	Desventajas del reciclaje	32
3.3	TRATAMIENTO	32
3.3.1	Incineración	32
3.3.1.1	Ventajas de la incineración controlada	32
3.3.1.2	Desventajas de la incineración controlada	33
3.3.2	Compostaje	33
3.3.2.1	Ventajas del compostaje	35
3.3.3	Lombricompuesto	35
3.3.3.1	Beneficios del lombricompuesto	36
3.3.4	Tratamiento anaerobio	36
3.4	DISPOSICIÓN FINAL	37
3.4.1	Relleno sanitario	37
3.4.1.1	Controles	37
3.4.1.2	Tipos de relleno sanitario	38
3.4.1.3	Ventajas del relleno sanitario	38
3.4.1.4	Desventajas del relleno sanitario	38
4.	LOMBRICULTURA	40
4.1	GENERALIDADES DE LA LOMBRIZ ROJA CAL.	41
4.1.1	Características generales	42
4.1.2	Ciclo reproductivo	43
4.1.3	Patología	44
4.1.4	Enemigos de la lombriz	44

4.2	VERMICOMPOSTAJE	45
4.2.1	Características más importantes del humus de lombriz	46
4.2.1.1	Componentes del humus de lombriz	48
5	ESTUDIO DE PARÁMETROS	49
5.1	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	49
5.1.1	Historia	49
5.1.2	Misión	50
5.1.3	Visión	50
5.1.4	Regionalización	51
5.1.5	Situación Geográfica	52
5.1.6	Residuos sólidos sede central	52
5.2	PROPUESTA	53
5.2.1	Metodología utilizada en la propuesta	53
5.2.1.1	Localización	53
5.2.1.2	Adecuación del terreno	58
5.2.1.3	Construcción de lechos o camas	58
5.2.1.4	Alimento o sustrato	59
5.2.1.5	Siembra de la lombriz	61
5.2.1.6	Recolección del humus	62
5.3	MATERIALES NECESARIOS Y COSTOS APROXIMADOS.	63
5.4	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	64

5.5	Análisis financiero	64
5.5.1	Disponibilidad de materia prima	65
5.5.2	Comercialización	65
5.5.3	Compradores potenciales	65
5.5.4	Producción de lombrices	66
5.5.5	Costos	66
5.5.6	Flujo de Caja	68
5.5.7	Valor Presente Neto	68
5.5.8	Tasa Interna de Retorno	68
6.	CONCLUSIONES	70
7.	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	72

## LISTA DE FOTOS

	<b>Pág.</b>
Foto 1. Botadero de basuras a cielo abierto	26
Foto 2. carro recolector de basura	28
Foto 3. Residuos sólidos	30
Foto 4. Elaboración de compost en forma manual	34
Foto 5. Relleno sanitario	39
Foto 6. Anatomía de la lombriz roja californiana	42
Foto 7. Humus de lombriz	47
Foto 8. Zona oriental UIS, contenedor Emab	54
Foto 9. Zona oriental UIS	55
Foto 10. Poda UIS	55
Foto 11. Montículos de residuos de arboles invernadero UIS	56
Foto 12. Montículo de hojas secas campos deportivos UIS	56
Foto 13. Camión recolector de residuos UIS	57
Foto 14. Zona norte UIS	57
Foto 15. Lecho o era para lombrices	60

## RESUMEN

PARAMETROS PARA CONVERTIR LOS RESIDUOS VEGETALES PRODUCIDOS EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER-UIS EN LOMBRIABONO BASADO EN ESTUDIOS TEORICOS\*

**AUTOR:** MEDINA LEON WILSON \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Residuos sólidos, Manejo integral de residuos, Lombricultura

### CONTENIDO:

La deficiencia en el manejo de los residuos sólidos conlleva a que se contamine el agua, aire y suelos, afectando la salud de las personas, contribuyendo al rompimiento ecológico y deteriorando el medio ambiente.

Con la poda de árboles, prados, la caída de hojas y ramas secas, se producen en la UIS diariamente 750 kilogramos de residuos vegetales. Estos residuos son llevados al sitio de disposición final el carrasco de la ciudad de Bucaramanga, ocasionando ocupación de espacio innecesario lo cual le resta vida útil al relleno sanitario.

Como una respuesta al problema que genera la producción de estos residuos, se proponen los parámetros para transformarlos dentro de la misma Universidad, en abono natural, mediante la técnica de Lombricultura; un método conocido y de fácil aplicación. Este método utiliza los residuos orgánicos como alimento de la lombriz y los convierte en un sustrato biológico muy rico en bacterias no patógenas, de buena calidad como fertilizante para regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica. Es una técnica de descomposición natural similar al compostaje en el que los residuos orgánicos son sometidos a un proceso de fermentación aerobia y son atacados por los microorganismos existentes en el medio natural, básicamente hongos y bacteria; en Lombricultura también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz. La lombriz roja californiana, Eisenia Foétida, sin lugar a dudas es el aliado más interesante del ser humano; consume residuos y excreta vermicompostaje, transforma la contaminación en riqueza del suelo. De esta forma se busca reducir el volumen de residuos que llegan al carrasco, bajar los niveles de contaminación e incrementar en la comunidad universitaria una comunicación ambiental más amplia y sana.

---

\*Monografía

\*\*Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas, Escuela de estudios Industriales y Empresariales, Especialidad en Alta Gerencia. Hernán Pabón Barajas

## ABSTRACT

**TITLE: PARAMETERS FOR CONVERTING THE VEGETABLES WASTE GENERATES AT UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER-UIS IN “FERTILIZER-WORM” BASED IN THEORETICAL STUDIES\***

**AUTHOR: MEDINA LEON WILSON \*\***

**KEY WORDS: Solid waste, Integral manage of waste, “Worm-Culture”**

### **CONTENT:**

The deficiency in the solid waste manage to produce the contamination of water, air and ground, affecting the health of the people and contributing to ecological breaking and environment deteriorate. The trees prune, meadow, leaf fall and dry branches are producing at UIS every day 750-kilogram of vegetal warm. These warms are carry out the place of final disposition “The Carrasco” of the Bucaramanga city, producing to occupation of unnecessary space, and loss of the utile life the sanitary refill. Therefore, we proposed the parameters for the vegetables waste transformation in natural fertilize through of the “worm-culture” technical a well-know method and of application easy. This method uses the organic matter as worm feed and the transforming in biological substrate rich in no-pathogen bacteria, of good condition as fertilization for regeneration and fertilize the land of natural and economic shape. “The worm-culture” is a technical of natural decomposition similar the “composting”, in this latter the organic matter are subject to processing of aerobic fermentation and the action of fungus and bacterias; in “The worm-culture” occurs the same process due to the complex system digestive of the worm. The red worm Californiana *Eisenia foetida*, is the most interesting allied of the human; the worm consumes warm and excrete “vermicompost”, so the worm transforming the land contamination in richness. So, we search to reduce the volume of wastes that are carrying at “Carrasco”, decrease the contamination level, and increase in the University community an ambient education more extensive.

---

\* Monograph

\*\*Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas, Escuela de estudios Industriales y Empresariales, Especialidad en Alta Gerencia. Hernán Pabón Barajas

## INTRODUCCION

La naturaleza se encarga de disponer los residuos que el hombre produce, integrando al suelo proteína animal y vegetal que recicla con el proceso biológico para ser nuevamente utilizado por el mismo hombre.

Cuando el hombre se urbaniza la población crece desmesuradamente, la naturaleza no puede lograr aquello, que tan bien realizaba en un principio. El hombre es el causante del actual problema de la acumulación de residuos y el mismo hombre debe encontrar la forma de solucionarlo.

La deficiencia en el manejo de los residuos sólidos conlleva a que se contamine el agua, el aire y los suelos, afectando la salud de las personas y el medio ambiente

Diariamente con la poda de árboles y prados, caída de hojas, ramas secas, se producen en la Universidad Industrial de Santander UIS, 750 kilogramos de residuos vegetales que son llevados al sitio de disposición final el carrasco de la ciudad de Bucaramanga.

La idea principal del proyecto es, proponer los parámetros para transformar dentro de la misma Universidad, esta cantidad en abono natural, mediante la técnica de Lombricultura; un método conocido y de fácil aplicación, que utiliza los residuos orgánicos como alimento de las lombrices convirtiéndolos en abono ecológico con características muy propias que lo hacen prácticamente irremplazable.

El proyecto se desarrolló recopilando literatura mediante revisión bibliográfica, Internet, visitas a expertos en el tema, sin llegar a realizar tareas prácticas. Una vez obtenidos los datos se ordenaron, clasificaron, actualizaron y se ajustaron para dar la metodología propuesta, de esta forma contribuir a solucionar el problema de los residuos.

En las dos primeras secciones se da a conocer lo concerniente al marco legal, ciclo, clasificación, disposición final de los residuos sólidos sin llegar a detallar diseños técnicos. En el capítulo tercero se incluyó lo que es la gestión integral de los residuos sólidos (GIRS), como la

reducción en el origen, reciclaje, tratamiento y disposición final. El capítulo cuatro está dedicado a dar conceptos generales y sencillos de lombricultura. Finalmente en capítulo quinto se plantea los parámetros para el tratamiento de los residuos vegetales producidos en la UIS, utilizándolos como materia prima en la alimentación de la lombriz roja californiana.

## **1. RESIDUOS SOLIDOS**

Los residuos sólidos, más comunes denominados basura, son todos aquellos materiales provenientes de su actividad y que el hombre en su vida cotidiana desecha diariamente, que, además, no reúne características infecciosas, radioactivas, explosivas o corrosivas. Estos residuos se originan en los hogares, ámbitos laborales, restaurantes, edificios administrativos, hoteles, industrias, universidades, etc. y son restos de comida, papel, cartón, botellas, embalajes de diversos tipos, hojas de árboles, residuos de podas de prados, etc. Sin embargo, la mayor parte de los residuos sólidos pueden convertirse nuevamente en materiales útiles incluso en productos de alto valor, sobre la base de su recuperación por separación y su posterior reciclaje.

Son el remanente del metabolismo de los organismos vivos y de la utilización o descomposición de los materiales vivos o inertes y de la transformación de energía. Se consideran contaminantes cuando por su cantidad, composición o particular naturaleza sea de difícil integración a los ciclos, flujos y procesos ecológicos normales. Los residuos sólidos cada vez aumentan más y cada vez tiene menos contenido biodegradable y más contaminantes peligrosos.

La disposición final tiene como objetivo la transformación y tratamiento de los mismos por medio de procesos químicos, físicos o biológicos. El menos adecuado de estos procesos es la incineración por la contaminación que produce por sus emisiones atmosféricas.

### **1.1 MARCO LEGAL Y AMBIENTAL EN COLOMBIA**

Colombia se ha caracterizado por una gestión ambiental muy activa, que se inicia en 1974 con la publicación del Código de los Recursos Naturales, que fue el primero de su tipo en América Latina. Posteriormente, en 1979, se promulga la Ley Sanitaria que da origen a las normas de manejo de la contaminación que se publicaron en la década de los ochenta. En 1993 y en el marco de una nueva Constitución, se reestructuran las instituciones ambientales, creándose el Ministerio del Medio Ambiente hoy Ministerio del medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial dando origen al Sistema Nacional Ambiental que incluye autoridades ambientales regionales, que se caracterizan por su autonomía e independencia presupuestal.

En la actualidad el gobierno trabaja en un ajuste de la actual estructura funcional, que reforzará las actividades del sector ambiental al darle nuevas funciones en cuanto a la gestión urbana en materia de saneamiento ambiental, ordenamiento y vivienda. Adicionalmente, se modificará la actual estructura de autoridades regionales buscando su sustentabilidad financiera mediante la racionalización del número de entidades.

Las normas legislativas que se enumeran a continuación incluyen los deberes y derechos que los municipios y ciudadanos colombianos estamos obligados a cumplir.

**1.1.2 Decreto 2811 DE 1974.** En este decreto se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

**1.1.3 Ley 9 DE 1979.** Para la protección del Medio Ambiente la presente ley establece, normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.

**1.1.4 Ley 99 DE 1993.** Ley 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-.

E objetivo. Como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, es impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

El MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE formulará, junto con el Presidente de la República y garantizando la participación de la comunidad, la política nacional ambiental y de recursos naturales

renovables, de manera que se garantice el derecho de todas las personas a gozar de un medio ambiente sano y se proteja el patrimonio natural y la soberanía de la Nación. Corresponde al MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE coordinar el Sistema Nacional Ambiental SINA- que en esta ley se organiza, para asegurar la adopción y ejecución de las políticas y de los planes, programas y proyectos respectivos, en orden a garantizar el cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el medio ambiente y con el patrimonio natural de la Nación.

**1.1.4.1 Concepto de Desarrollo Sostenible.** Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

El Sistema Nacional Ambiental -SINA- es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en esta ley.

**1.1.5 Ley 142 DE 1994.** Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la presente Ley, y a las actividades complementarias definidas en el Capítulo II del presente título y a los otros servicios.

Crea la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, adscrita al Ministerio de Desarrollo Económico, con el fin de ejercer el control y la vigilancia de las personas prestadoras de este tipo de servicios. Se ordena la estratificación urbana, antes del 31 de diciembre de 1994, y rural antes del 31 de julio de 1.995 de los inmuebles residenciales a los cuales se provean servicios públicos en seis estratos socioeconómicos.

**1.1.6 Decreto 2676.** Emanado por el Ministerio del Medio Ambiente y Seguridad social reglamenta la gestión integral de residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas que presten servicios de salud a humanos y/o animales.

**1.1.7 Ley 689 DE 2001.** Modifica los numerales 15 y 24 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994, el cual quedo así:

Artículo 14. Definiciones.

14.15 Productor marginal independiente o para uso particular. Es la persona natural o jurídica que utilizando recursos propios y técnicamente aceptados por la normatividad vigente para cada servicio, produce bienes o servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos para sí misma o para una clientela compuesta exclusivamente por quienes tienen vinculación económica directa con ella o con sus socios o miembros o como subproducto de otra actividad principal.

14.24 Servicio público de aseo. Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos.

Igualmente incluye, entre otras, las actividades complementarias de corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y áreas públicas; de lavado de estas áreas, transferencia, tratamiento y aprovechamiento.

Artículo 2do. Modifica el numeral 20 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994 el cual quedará así:

14.20 Servicios Públicos. Son todos los servicios y actividades complementarias a los que se aplica esta ley.

**1.1.8 Decreto 1713 DE 2002.** Reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 la Ley 689 de 2001 en relación con la prestación del servicio público de aseo, el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

**1.1.8.1 Contenido y alcance del decreto.** El presente Decreto establece normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.

**1.1.8.2 Principios básicos para la prestación del servicio de aseo.** En la prestación del servicio de aseo, se observarán como principios básicos los siguientes: garantizar la calidad del servicio a toda la

población, prestar eficaz y eficientemente el servicio en forma continua e interrumpida, obtener economías de escala comprobables, establecer mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso al servicio y su participación en la gestión y fiscalización de la prestación, desarrollar una cultura de la no-basura, fomentar el aprovechamiento, minimizar y mitigar el impacto en la salud y en el medio ambiente, ocasionado desde la generación hasta la eliminación de los residuos sólidos, es decir, en todos los componentes del servicio.

**1.1.8.3 Responsabilidad de la prestación del servicio público de aseo.** De conformidad con la ley, es responsabilidad de los municipios y distritos asegurar que se preste a todos sus habitantes el servicio público de aseo de manera eficiente, sin poner en peligro la salud humana, ni utilizar procedimientos y métodos que puedan afectar al medio ambiente y, en particular, sin ocasionar riesgos para los recursos agua, aire y suelo, ni para la fauna o la flora, o provocar incomodidades por el ruido o los olores y sin atentar contra los paisajes y lugares de especial interés.

**1.1.8.4 Responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos.** La responsabilidad por los efectos ambientales y a la salud pública generados por las actividades efectuadas en los diferentes componentes del servicio público de aseo de los residuos sólidos, recaerá en la persona prestadora del servicio de aseo, la cual deberá cumplir con las disposiciones del presente decreto y demás normatividad vigente.

**1.1.9 Decreto 1140 DE 2003.** Modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento quedando el artículo 19 de la siguiente manera.

**1.1.9.1 Sistemas de almacenamiento colectivo de residuos sólidos.** Todo Multiusuario del servicio de aseo, deberá tener una unidad de almacenamiento de residuos sólidos que cumpla como mínimo con los siguientes requisitos:

- Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.
- Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.

- Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos.
- Deberá tener una adecuada accesibilidad para los usuarios.
- La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad.
- Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación.

**1.1.10 Decreto 1505 DE 2003.** Modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión Integral de residuos sólidos adicionando las siguientes definiciones:

**1.1.10.1 Aprovechamiento en el marco de la gestión Integral de residuos Sólidos.** 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 degeneración de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y económicos.

**1.1.10.2 Aprovechamiento en el marco del servicio público domiciliario de aseo.** Es el Conjunto de actividades dirigidas a efectuar la recolección, transporte y separación, cuando a ello haya lugar, de residuos sólidos que serán sometidos a procesos de reutilización, reciclaje o incineración con fines de generación de energía, compostaje, lombricultura o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales o económicos en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

El artículo 80 del Decreto 1713 de 2002 quedará así: A partir de la vigencia del presente Decreto, los Municipios y Distritos, deberán elaborar y mantener actualizado un Plan Municipal o Distrital para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Sólidos en el ámbito local o regional según el caso, en el marco de la política para la Gestión Integral de los Residuos, el cual será enviado a las autoridades ambientales competentes, para su conocimiento, control y seguimiento.

El Plan se diseñará para un período acorde con el de los Planes de Desarrollo Municipal y/o Distrital según sea el caso. La ejecución del Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, se efectuará en armonía y coherencia con lo dispuesto en los Planes de

Ordenamiento Territorial y en los Planes de Desarrollo de nivel Municipal y/o Distrital.

Adiciona al artículo 9 el siguiente párrafo: En los estudios de prefactibilidad y factibilidad de alternativas para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, las autoridades Distritales y Municipales deberán garantizar la participación e inclusión de los recicladores y del sector solidario en la formulación de dicho Plan.

Modifica el párrafo 20 del artículo 12 el cual quedará así: Las actividades de poda de árboles y corte de césped ubicados en vías y áreas públicas y la transferencia, tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos originados por estas actividades, serán pactadas libremente por la persona prestadora de éste, servicio público de aseo y el Municipio o Distrito, quien es considerado usuario de estas actividades.

Sin perjuicio de lo anterior, el Municipio o Distrito incluirá estas actividades en la tarifa aplicada del servicio de aseo, únicamente en el caso en que dicha inclusión no implique incrementos en la tarifa máxima de este servicio, calculada de acuerdo con la metodología vigente expedida por la Comisión de Agua Potable y Saneamiento Básico.

**1.1.11 Resolución 1045 DE 2003.** Modifica el artículo 8 del decreto 1713 de 2002, adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos sólidos y establece plazos para su formulación o implementación.

**1.1.12 Resolución 0477 abril 29 DE 2004.** Modifica la resolución numero 1045 de 2003, en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los planes de gestión integral de residuos sólidos contemplados en el artículo 10 de la mencionada resolución.

**1.1.13 Resolución 413 junio 3 de 2004.** Emanada por la rectoría de la Universidad Industrial de Santander, por medio de la cual se crea el grupo Administrativo de Gestión Ambiental y Sanitario de la Institución.

## **1.2 MARCO INSTITUCIONAL EN COLOMBIA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS**

**1.2.1 Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial.** El decreto ley 0216 del 3 de febrero de 2003 modificó el

nombre del Ministerio del Medio Ambiente por el de Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial, asignándole competencias y funciones adicionales a las establecidas en la ley 99 de 1993 en los temas de uso del suelo y ordenamiento urbano, agua potable y saneamiento básicos, desarrollo territorial y urbano, así como la política habitacional integral.

Dentro de sus funciones está la de reglamentar políticas concernientes a la recuperación, protección, ordenamiento, manejo y uso de los recursos naturales renovables y medio ambiente de la nación a fin de mejorar el desarrollo sostenible.

Entidades adscritas: Comisión Reguladora de agua potable CRA, Superintendencia de Servicios Públicos.

**1.2.2 Ministerio de Salud.** Hoy Ministerio de Protección Social, es el encargado de crear un sistema de vigilancia epidemiológica que permita orientar las acciones del resto de las instituciones de la administración del Estado. Tiene que ver con las normas que se refieren a la salud de las personas.

**1.2.3 Corporaciones Autónomas Regionales.** Las Corporaciones Autónomas Regionales son entes corporativos de carácter público, creados por la Ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargadas por la Ley de administrar dentro del área de jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

**1.2.4 Municipios.** Entes que responden por los efectos ambientales y de la salud pública que puedan ocasionar la manipulación de los residuos sólidos y la prestación del servicio público de aseo. Deben elaborar un plan municipal para la gestión integral de los residuos sólidos y enviarla a las autoridades ambientales para su conocimiento control y seguimiento.

**1.2.5 Empresa Municipal de Aseo de Bucaramanga EMAB.** La Empresa de Aseo de Bucaramanga S.A. E.S.P, surge del proceso de escisión societaria de las Empresas Públicas de Bucaramanga, su vida jurídica se materializa mediante Escritura Pública. 3408 de 1998, como sociedad por acciones, de economía mixta del orden municipal, regida por la Ley 142 de 1994 y vigilada por la Superintendencia de Servicios

Públicos Domiciliarios. De esta manera se constituyó como tal la EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA EMAB S.A. E.S.P. cuyo objeto social es la prestación integral y regulación del servicio público domiciliario de aseo en la ciudad de Bucaramanga y la realización de actividades complementarias a dicho servicio, en el marco del cumplimiento de la Ley 142 de 1994.

**1.2.5.1 Naturaleza jurídica.** La Empresa de Aseo de Bucaramanga Emab S.A. E.S.P. es una sociedad anónima, prestataria del Servicio Público Domiciliario de Aseo de nacionalidad Colombiana, regulada por los estatutos contenidos en la escritura 3408 del 8 de octubre de 1998, por la ley 142 de 1994; por las normas consagradas en el libro segundo del código de comercio para las sociedades mercantiles en general y para las Sociedades anónimas en particular y por el título VII llamado de las Sociedades de economía mixta"; por lo regulado para esta clase de Sociedades en el decreto 1050 de 1968, en el decreto 3130 de 1968, en el decreto 130 de 1976; y por las normas concordantes, complementarias o sustitutivas de las anteriores. Por tratarse de una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios se encuentra bajo la vigilancia de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

**1.2.5.2 Objetivos generales.** Garantizar de una manera ágil y adecuada la prestación del servicio público domiciliario de aseo, incorporando su funcionamiento dentro de las normas del derecho privado que permite mayor celeridad en los exigentes procesos de modernización de los mismos. Dentro de los objetivos generales puede describirse las siguientes actividades:

Prestar el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos domiciliarios generados en el área del Municipio de Bucaramanga.

Disponer técnicamente los residuos sólidos en la zona del relleno sanitario, conforme a las disposiciones ambientales vigentes

Realizar labores de barrido y limpieza de calles y avenidas

Promover la actividad del reciclaje en la fuente en el área de prestación del servicio.

## 2. GENERALIDADES DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Foto 1. Botadero de basura a cielo abierto



Fuente: [www.hannover2000.net](http://www.hannover2000.net)

### 2.1 CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Las autoridades participantes presentan los servicios que la población demanda proporcionando la recolección, barrido manual, barrido mecánico, estaciones de transferencia, transporte, sitios de disposición final, así como también fortalecer la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos, en los que una alternativa atractiva sería la concesión de este tipo de infraestructura debido a los altos costos de operación que requieren.

Las etapas antes mencionadas se encuentran estrechamente vinculadas, lo cual hace imprescindible realizar una planeación involucrando cada una de estas etapas. La descripción genérica que las identifica y caracteriza se describe a continuación:

**2.1.1 Generación.** Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo.

**2.1.2 Almacenamiento.** Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolectan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

**2.1.3 Segregación inicial.** Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.

**2.1.4 Recolección.** Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

**2.1.5 Recolección con separación simultánea.** Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la recolección segregada en el mismo vehículo de los residuos sólidos. También se identifica con la actividad de recolectar los residuos sólidos de manera integrada, pero separándolos en ruta.

**2.1.6 Transporte primario.** Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos recolectados en las fuentes de generación hacia los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

**2.1.7 Transferencia.** Es la acción de transferir los residuos sólidos de las unidades de recolección, a los vehículos de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo, con lo cual se logra una eficiencia global del sistema.

**2.1.8 Tratamiento centralizado.** Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables, se busca darles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad, antes de llegar a su destino final.

La transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien, un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos.

**2.1.9 Transporte secundario.** Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento.

**2.1.10 Disposición final.** Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas, para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.

**2.1.11 Acondicionamiento de reciclables.** Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta, o bien que los acondicione para un aprovechamiento posterior.

**2.1.12 Otros tratamientos intermedios y avanzados.** Son procesos que permiten darle un aprovechamiento a los residuos sólidos, principalmente para producir diferentes tipos de energéticos e insumos comerciales.

**Foto 2. Carro recolector de basura**



**Fuente: [www.oriueladigital.com](http://www.oriueladigital.com)**

## **2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

**2.2.1 Por su origen.** Los residuos sólidos se pueden clasificar de acuerdo a su fuente de origen: en domiciliarios, comerciales, de vías públicas, institucionales, de mercados, hospitalarios e industriales,

**2.2.1.1 Domiciliarios.** Los residuos domiciliarios son todos aquellos que se generan en las casas-habitación y no requieren alguna técnica especial para su control.

**2.2.1.2 Comerciales.** Los residuos comerciales son generados en todo tipo de establecimientos comerciales. Al igual que los residuos domiciliarios, no requieren técnicas especiales para su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

**2.2.1.3 De Vías Públicas.** Son los residuos que se generan por la limpieza de calles, avenidas, parques, jardines, rastros y demás lugares públicos. Una vez recolectados pueden ser colocados directamente en los lugares de disposición final. En el caso de los desperdicios provenientes de los rastros se recomienda su incineración inmediata.

**2.2.1.4 Institucionales.** Los residuos institucionales son originados en las oficinas públicas y privadas. Este tipo de residuos no representa peligro y son fácilmente manejables, desde su proceso de generación hasta su disposición final.

**2.2.1.5 De Mercados.** Son generados en estos establecimientos y se componen, en su mayor parte, por residuos alimenticios tanto vegetales como animales, y en general, por productos o materias orgánicas que se pudren con facilidad en un lapso de tiempo muy corto, por lo que requieren de una rápida recolección.

**2.2.1.6 De Hospitales.** Se generan en hospitales, así como en clínicas, laboratorios y centros de investigación médica. Están compuestos por diferentes tipos de residuos como los alimenticios, de material sintético y residuos que pueden ser peligrosos, potencialmente peligrosos o incompatibles, por lo cual requieren un tratamiento adecuado. Los residuos peligrosos son aquellos que por sus características físicas, químicas y biológicas representan, desde su generación, daños al medio ambiente, como son detergentes y material radioactivo.

Los residuos potencialmente peligrosos son todos aquellos que por sus características físicas, químicas y biológicas pueden representar un daño para el ambiente, por ejemplo: el material farmacéutico.

Los residuos incompatibles son aquellos que al combinarse o mezclarse producen reacciones violentas o liberan sustancias peligrosas, como gases y demás productos inflamables.

**2.2.1.7 Industriales.** Son generados en cualquier proceso de extracción, beneficio, transformación o producción. Estos residuos, al igual que los anteriores, se pueden clasificar en peligrosos, potencialmente peligrosos y no peligrosos, dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas, así como del tipo de industria que los generó y también requieren un tratamiento especial.

**2.2.2 Desde el punto de vista de sanidad.** Materiales putrescibles (orgánicos) y materiales inertes (inorgánicos)

### Foto 3. Residuos sólidos



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente 2001

### **3. GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS**

Para lograr una correcta gestión de residuos sólidos se deben aplicar técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para lograr metas y objetivos específicos.

- Reducción en el origen
- Reciclaje
- Tratamiento
- Disposición final

#### **3.1 REDUCCIÓN EN EL ORIGEN**

Implica reducir la cantidad y/o toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad. La reducción en el origen está en el primer lugar en la jerarquía porque es la más eficaz en reducir la cantidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales. La reducción de residuos puede realizarse a través del diseño, la fabricación y el envasado de productos con el mínimo de material tóxico, con un volumen mínimo, o con una vida útil más larga. La reducción de residuos también puede realizarse en la vivienda y en las instalaciones comerciales o industriales, a través de formas de compra selectivas y de reutilización de productos y materiales.

#### **3.2 EL RECICLAJE**

En segundo lugar el reciclaje, consiste en la separación y la recolección de materiales residuales y su preparación para la transformación en nuevos productos. El reciclaje es un factor fundamental para reducir la demanda de recursos naturales y energía, como también para la reducción de la cantidad de residuos para la disposición final.

##### **3.2.1 Ventajas del reciclaje.**

- Se ahorra energía.
- Se reducen los costos de recolección.
- Se reduce el volumen de los residuos sólidos.
- Se conserva el ambiente y se reduce la contaminación.
- Se alarga la vida útil de los sistemas de relleno sanitario.
- Hay remuneración económica en la venta de reciclables.
- Se protegen los recursos naturales renovables y no renovables.

- Se ahorra materia prima en la manufactura de productos nuevos con materiales reciclables.

**3.2.2 Desventajas del reciclaje.** El desafío se hace aún mayor si se consideran las siguientes barreras existentes:

- Muchas personas creen que el reciclaje es una necesidad muy difícil de ser atendida, en términos técnicos y económicos.
- Algunas personas creen que si se cuenta con una política explícita, será posible reciclar todo el volumen de residuos sólidos urbanos.
- Los bajos niveles existentes de recolección y disposición de residuos reducen la motivación de los ciudadanos y las empresas privadas para participar en todo el proceso de reciclaje.
- Como el reciclaje es un área nueva, es difícil encontrar una empresa privada con índices representativos de desempeño.
- Actualmente no existe una reglamentación definida.
- Los materiales no son separados en su origen.

### **3.3 TRATAMIENTO**

- Incineración
- Compostaje
- Lombricompuesto
- Generación de biogas.

**3.3.1 Incineración.** La incineración de los residuos sólidos logra una importante reducción de volumen, dejando un material inerte (escorias y cenizas) de cerca del 10% del inicial. El proceso, que se realiza en hornos especiales, emite gases durante la combustión, por lo que una inadecuada combustión generará humos, cenizas y olores indeseables. La técnica de incineración, a excepción de cuando se usa en los residuos hospitalarios, no es recomendable para los países en desarrollo como el nuestro, y menos aún para las pequeñas poblaciones.

#### **3.3.1.1 Ventajas de la incineración controlada**

- Escasa utilización de terreno.
- Posibilidad de implantarla cerca del núcleo urbano.
- Puede tratarse diferentes tipos de residuos.
- Existe la posibilidad, para plantas de gran capacidad de recuperación de energía.

### **3.3.1.2 Desventajas de la incineración controlada**

- Se requiere de un elevado capital inicial.
- Altos costos operativos, fuera del alcance de nuestras poblaciones.
- Se necesitan técnicos bien calificados, que son escasos. Su operación y mantenimiento son complejos y presentan muchos problemas.
- No es flexible para adaptarse a tratar mayores cantidades adicionales.
- En ocasiones se requiere de combustible auxiliar, ya que el poder calorífico de la basura es bajo porque contiene mucha humedad.
- Se requieren equipos de control para evitar la contaminación del aire.
- Frente a los requerimientos y disponibilidad del terreno, como la tecnología del Relleno Sanitario que requiere amplia superficie, la incineración es utilizada en países en los cuales el valor de la tierra es alto y además, pueden afrontar los costos de las tecnologías apropiadas.

**3.3. 2 Compostaje.** Es tan viejo como el mundo, aunque está siendo re descubierto y potenciado con nuevos aportes bio tecnológicos. La necesidad de preservar vertederos, manipular grandes volúmenes de residuos orgánicos de forma que se evite la contaminación, y al mismo tiempo la obtención de un producto final re utilizable, ha desarrollado en los países industrializados una importantísima actividad compostadora. Con poco esfuerzo se obtienen resultados muy satisfactorios.

La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite tratar de manera racional, económica y segura, diferentes residuos orgánicos y conservar los nutrientes presentes en estos residuos, aprovechándolos en agricultura. Consiste en la descomposición biológica, en condiciones controladas, aerobias y termófilas, de residuos orgánicos.

La severa legislación y normativas ambientales, apoyos y subsidios, a empresas innovadoras y la demanda del producto, están llevando al compost a ocupar un lugar importante para cultivos, forestaciones, espacios verdes, etc.

La producción de humus es el resultado final del compostaje. El humus es la vida del suelo y debe estar presente en él para ser fértil. Un total de sólo un uno o 2 por ciento es necesario para diferenciar un suelo fértil de otro que no lo es. La mayoría de los nutrientes de los minerales

del suelo permanecerán no asimilables por las plantas en los suelos pobres o carentes de humus.

**Foto 4. Elaboración de compost en forma manual**



**Fuente: Pagina web [eco-sitio.com.ar](http://eco-sitio.com.ar)**

El compost, debido al humus contenido y otras propiedades, es más valioso para el suelo que los estiércoles u otros residuos orgánicos. Estos son aplicados al suelo en un intento por incrementar el contenido de humus, pero en general esto no sucede. Los estiércoles, incorporados o en superficie, al no haber sufrido los procesos fermentativos del compostaje, pierden nutrientes principalmente el nitrógeno. Los lixiviados contaminan gravemente las capas freáticas. Además, estos estiércoles pueden estar contaminados con insectos, bacterias o semillas que no deberían retornar a los cultivos.

Puede definirse el compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia o degradación, hasta que se transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible, sanitariamente neutra y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico.

El proceso posee grandes dotes ambientales, ya que permite su operación continua bajo cualquier condición climática, no requiere de

volteos, no existen insectos, roedores o aves, no existe generación de olores desagradables, ya que el proceso de fermentación propiamente dicho se lleva a cabo en un digestor cerrado en el cual es introducido el material a compostar y donde se agrega en forma permanente la cantidad de aire estrictamente necesaria para mantener el proceso aeróbico.

El proceso comienza con la recepción de los materiales a compostar, que consisten en residuos los cuales fueron seleccionados en origen y transportados en forma diferenciada hasta la planta de compostaje.

Durante el proceso de fermentación, en primer término se desarrolla una fase termofílica en la que se alcanzan las mayores temperaturas, y es en esta fase donde se efectúa el control de elementos fitopatógenos. Una vez que disminuye la temperatura se desarrolla la fase mesofílica, donde se produce la descomposición final.

Durante este proceso se logra una reducción del peso de aproximadamente un 70%, y su volumen disminuye un 60%. Una vez superada la etapa de la fermentación se lleva a cabo la maduración del producto, que insume otros 45 días aproximadamente, y que se desarrolla dentro de las mismas bolsas del silo, pero habiéndoles generado un corte a todo lo largo. Luego de este tiempo de maduración el compost es retirado de los silos para ser acopiado para su terminación, consistente en un tamizado a fin de obtener el tamaño de partículas deseado. El compost en estas condiciones se encuentra apto para ser comercializado a granel o en bolsas de distintos tamaños.

### **3. 3. 2. 1 Ventajas del compost**

- Mejora las propiedades químicas y biológicas de los suelos.
- Hace más sueltos y porosos los terrenos compactos y enmienda los arenosos.
- Hace que el suelo retenga más el agua.
- Ahorra abonos químicos (los retiene y evita que se lixivien)
- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.
- Reduce la cantidad de basura en los vertederos.
- La gran función ecológica que cumple al devolver los residuos a la naturaleza de tal forma que se cierre el ciclo el natural de éstos.

**3.3.3 Lombricompuesto.** El problema de la basura es grave en todo el mundo. Más de la mitad de los residuos que se generan a diario está constituido por materia orgánica. Si se tomara la decisión de

transformarla en el hogar mediante lombrices rojas californianas, disminuiríamos la contaminación y la tarea inútil de transportar y depositar grandes cantidades de residuos orgánicos. El producto de interés es el estiércol de lombrices. De las 3.000 especies de lombrices de agua dulce, la lombriz roja californiana es la que se adapta mejor a la vida en grandes concentraciones. No tienen problemas territoriales. Ponen huevos semanalmente y se multiplican rápidamente.

### **3.3.3.1 Beneficios del lombricompost**

- Mejora la estructura y calidad del suelo.
- Mejora la producción agrícola.
- Es muy fácil de elaborar.
- Protege el suelo de la erosión.
- Produce hormonas que estimulan el crecimiento y funciones vitales de las plantas.
- Regula el incremento de los nitritos del suelo.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Aumenta la retención hídrica.
- Mejora las características físico-químicas del suelo.
- Neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas).
- Se pueden usar para alimentar cerdos y gallinas.

**3.3.4 Tratamiento anaeróbico: generación del biogás.** La digestión anaeróbica es un proceso por el cual el contenido orgánico de la basura es reducido por la acción bacteriológica de microorganismos en ausencia de oxígeno. Del proceso anaeróbico resulta una mezcla de gases (biogás) cuyos principales componentes son el gas combustible metano y el gas dióxido de carbono, quedando como residuo un lodo con características de bioabono, que puede ser utilizado como mejorador del suelo en agricultura.

El método de digestión anaeróbica ha sido utilizado con cierta frecuencia en tratamiento de residuos provenientes de algunas industrias como la cervecera, los tambos y la cría intensiva de ganado.

Desde hace décadas, en algunos países como Holanda, Australia e Inglaterra, se aplica este tratamiento a la fracción orgánica de los residuos sólidos domiciliarios, como resultado de la investigación y el desarrollo tecnológico. Al igual que el compost, el proceso anaeróbico exige la clasificación de los residuos sólidos.

### 3.4 DISPOSICION FINAL

Relleno sanitario consiste en hacer un pozo; las formas técnicas exigen que ese pozo este cubierto por una capa impermeabilizante en el que luego se depositan los residuos, esta membrana se coloca para que los jugos contaminantes que segreguen los residuos no se mezclen con las aguas subterráneas; una vez colocados los residuos en la excavación son cubierto con tierra luego ese terreno es forestado.

**3.4.1 Relleno sanitario.** La eliminación de los residuos sólidos por el método de relleno sanitario es considerada como una técnica de disposición final, que tiene en cuenta principios esenciales de ingeniería sanitaria a fin de evitar todo tipo de contaminación que resulte nociva para la salud pública y el medio ambiente.

Todas las fases de implementación de la técnica de relleno sanitario, desde la selección del emplazamiento, la preparación del terreno, las obras de infraestructura, la ejecución propiamente dicha, el control ambiental, el uso posterior previsto para las áreas rellenas y su integración al paisaje circundante deben ser estudiadas y planificadas adecuadamente. Los rellenos sanitarios tienen como finalidad darle un destino cierto y seguro a los residuos sólidos que se generan en los núcleos urbanos.

Se deben diseñar rellenos sanitarios de modo que:

- Aseguren la disposición ambientalmente adecuada de los residuos domiciliarios y comerciales e industriales no peligrosos.
- Eviten perjuicios al ambiente y los recursos naturales.
- Aprovechen eficazmente la capacidad disponible.
- Tengan costos aceptables para los usuarios tanto públicos como privados.
- Se ajusten a las normas tanto nacionales como internacionales, de modo de cumplir, no solo en forma estricta la normativa ambiental vigente sino, además, la adecuación de los requisitos técnicos al nivel de las exigencias internacionales.

**3.4.1.1 Controles.** En todos los rellenos sanitarios se efectúa periódicamente un completo control ambiental, que permite conocer la evolución de cada uno de ellos.

El control se efectúa antes de la implantación del relleno; durante la fase operativa y la etapa posterior de clausura; de modo de garantizar que no se afecten las aguas subterráneas ni las superficiales. Las mediciones que se realizan tienen por objeto determinar y asegurar el mantenimiento de la calidad de los acuíferos y las napas de agua subterráneas y superficiales. Para tal propósito, existen pozos de monitoreo, ubicados aguas arriba y aguas abajo del emplazamiento, según el sentido de escurrimiento de las napas. Periódicamente se cumple con un programa de monitoreo y las muestras que se toman son analizadas, al mismo tiempo se efectúa el control de los gases generados y la corrección de los asentamientos que se produzcan.

#### **3.4.1.2 Tipos de relleno sanitario**

- Con o sin trituración
- Con o sin compactación de lixiviados
- Con o sin selección previa
- Con o sin recuperación de gases

#### **3.4.1.3 Ventajas de relleno sanitario**

- Bajo costo inicial
- Aprovechamiento de terrenos improductivos
- Solucionar el problema a numerosos municipios importantes que se ven todavía abrumados por numerosos costos; humos, olores, plagas, molestias públicas que se generan con otros métodos de eliminación de basura.
- Podemos decir que un relleno sanitario realizado correctamente puede llegar a producir bastantes fuentes de trabajo, con el reciclado de papel, vidrio, metales, etc., se obtienen ganancias, y se resuelve parte del problema de la basura. Si se utilizan los residuos orgánicos se podrían cultivar esos terrenos que estarán fértiles por todos los desechos orgánicos que han recibido; esto evitaría que los recicladores anden vagando por los basurales donde pueden llegar a quedar infectados
- De esta forma la municipalidad puede tener otros ingresos de dinero y puede llegar a adquirir su propia planta recicladora.

#### **3.4.1.4 Desventajas del relleno sanitario**

- Si no se cuenta con una buena planificación sobre todo con una buena concienciación del ciudadano y el funcionario público para

adoptar medidas pertinentes puede provocar contaminación del suelo, aire, agua y desvalorización de terrenos aledaños.

- Interferencias en las tendencias del crecimiento de la población.
- Asentamientos de villas inestables ocupados por personas que subsisten de los materiales que seleccionan de los desechos R.S.U. (Residuos Sólidos Urbanos)
- Contaminación visual.

#### **Foto 5. Relleno sanitario**



**Fuente: Página web [maccaferri.com.br](http://maccaferri.com.br)**

## 4. LOMBRICULTURA

Se entiende por Lombricultura las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y el tratamiento, por medio de éstas, de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abono y proteínas.

Es una tecnología para la producción de humus a partir de un sustrato, mediante un proceso de descomposición natural, similar al compostaje, en el que el material orgánico, además de ser atacado por los microorganismos existentes en el medio natural, también lo es por el complejo sistema digestivo de la lombriz que es utilizada como una herramienta de trabajo que recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto de este trabajo humus, un fertilizante de primer orden, carne y harina de lombriz. En su forma natural puede utilizarse como complemento proteico para muchas especies.

En el intestino de la lombriz ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento enzimático y microbiano, lo cual tiene como consecuencia un aumento significativo en la velocidad de degradación y mineralización del residuo, obteniendo un producto de alta calidad. Esta transformación hace que los niveles de pérdida de nutrientes como nitrógeno, potasio, etc., sean mínimos con relación a los sistemas tradicionales de compostaje.

Esta biotecnología se inspira en el proceso que las lombrices han realizado durante millones de años en la naturaleza, pero se ha industrializado de tal manera, que en un periodo de tiempo más corto y en un área más pequeña puede lograr un producto que mantiene la misma calidad de aquel que se podría obtener en un bosque, fuente natural de producción de humus. Consiste en una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola. Es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales.

La Lombricultura se practica actualmente con variados propósitos. Por una parte está la doméstica, practicada por personas con alto sentido de la ecología para reciclar sus residuos domésticos, de cocina y jardín. Por otra parte ofrece una buena alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos contaminantes, tales como restos de cosechas, R. S. U., desperdicios de restaurantes, estiércoles, residuos industriales de origen orgánico, papeleras, agro industrias.

De las más de 8000 especies conocidas de lombrices, solamente 2500 han sido domesticadas, siendo Eisenia Foétida la más conocida y aquella que es utilizada en más del 80% de los criaderos del mundo.

Actualmente se están cultivando principalmente dos tipos de lombrices: La roja africana, Fudrillus ssp, es de color oscuro, su clitelo se encuentra más adelantado y su cola es redonda, de color blanquecino. Mide aproximadamente de 15 a 20 cm. No son muy resistentes a condiciones adversas, y cuando no se encuentran en su medio o hábitat adecuado emigran o mueren, pero en condiciones óptimas se reproduce más rápido que la californiana y genera más abono.

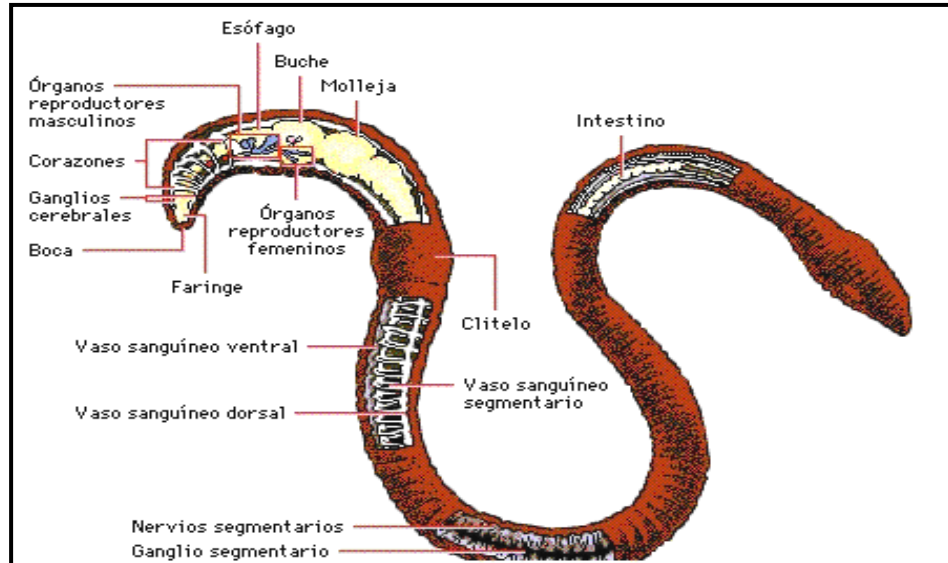
Las lombrices californianas llamada así por haber descubierto sus propiedades para el ecosistema en el estado de California de Estados Unidos, pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea, al menos, una temporada con temperaturas promedio superior a los 20°C, es decir, cualquier lugar con climas templados.

#### **4.1 GENERALIDADES DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA**

Dentro del reino animal se sitúa dentro de la siguiente escala:

Reino	: Animal
Fhillum	: Anélido
Subreino	: Metazoos
Clase	: Oligoqueta
Orden	: Opistoporo
Familia	: Lombricidas
Genero	: Lombricus, Eisenia
Especie	: E. Foétida

## Foto 6. Anatomía de la lombriz roja californiana



Fuente: Pagina web [agroforestalsanremo.com](http://agroforestalsanremo.com).

**4.1.1 Características generales.** En estado adulto, la longitud media varía entre 5 y 9 cm con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad. El peso es de un gramo aproximadamente.

Consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso o a la mitad, según las condiciones de vida. El 60% de lo que ingiere se convierte en abono y lo restante lo utiliza para su metabolismo generando tejidos corporales.

Vive alrededor de 16 años. La fecundación ocurre cada 7 días, naciendo entre 2-20 lombrices por cocón.

A diferencia de la lombriz de tierra que se escapa con facilidad de las instalaciones de cría, la lombriz californiana permanece en su alojamiento siempre que no le falte comida o que las condiciones de su medio se tornen desfavorables.

Habita en los primeros 50 cm. del suelo, muy susceptible a cambios del clima. Es fotofóbica, los rayos del sol pueden perjudicarla. Cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, chupa la tierra con la faringe evaginada o bulbo musculoso. Digiere de ella las

partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar por el ano la tierra.

Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios y orgánicos de la industria.

Su capacidad reproductora es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días. Un millón de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 Toneladas de residuos en 150.000 toneladas de humus.

Vive normalmente en clima templado, su temperatura corporal oscila entre los 19 y 20 grados centígrados.

Es de color púrpura con anillos oscuros en la parte dorsal y más claros en la parte ventral.

Tiene 5 corazones 6 riñones, respira a través de la piel no tiene dientes.

**4.1.2 Ciclo reproductivo.** Cada individuo está dotado de órganos sexuales masculino y femenino, situados en la parte anterior del cuerpo, pero es incapaz de autofecundarse.

La fecundación es recíproca entre dos individuos que se aparean, de tal forma que cada uno de ellos recibe el esperma del otro y lo retiene en su aparato genital femenino hasta el momento de la fecundación que en condiciones óptimas de humedad y temperatura lo realizan cada 7 días.

En la parte anterior del cuerpo, a la altura del primer tercio, la lombriz adulta tiene un anillo especial, el clitelium, de mayor grosor que el resto del cuerpo, por donde segrega un líquido viscoso que forma una especie de cápsula de color amarillo verdoso y de 2-3 milímetros de diámetro, cuya misión es proteger los huevos.

Pasado el 21 día de incubación las crías rompen la cápsula y salen al exterior y de cada una de ellas sale un número de crías que oscila entre 2 y 20. Las lombrices recién nacidas son de color blanco, que se vuelven rosado a los 5 o 6 días y se convierte definitivamente en rojo oscuro a los 15 o 20 días. El tamaño de individuo adulto se alcanza a la edad de 7 meses. La actividad sexual disminuye en meses fríos y calurosos, siendo mayor en los meses templados. La máxima actividad sexual se logra cuando la temperatura del medio donde habita oscila alrededor de los 20° C.

**4.1.3 Patología.** La lombriz californiana es un animal muy confiable dado que no sufre ni transmite enfermedades. Tampoco produce impacto ecológico ante una eventual fuga a un medio natural. En cambio es común encontrar daños ocasionados por las condiciones de la cuna.

Puede ocurrir que el hábitat sea alterado por la acción de bacterias, aire, calor o frío, así como también escasez o abundancia de agua. Otras causas pueden ser: Lesiones e infecciones producidas por acción de insectos o parásitos, la presencia de moscas y mosquitos, ciempiés, bichos bolita u hormigas. Si la lombriz es herida cerca del clitelo puede infectarse y morir. La muerte del animal provoca una pequeña fermentación que causa daño a otras lombrices.

Para tener un buen criadero, es necesario tomar las siguientes normas de prevención: Probar siempre el nuevo material, poniendo durante dos días algunas lombrices y controlando su estado de salud.

Controlar la temperatura y el agua.

Cuando se incorporen harinas comerciales o alimentos más fuertes, echarlos con precaución y en pequeñas cantidades.

**4.1.4 Enemigos de la lombriz.** El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, la daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero, los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lumbricultor por lo general baja humedad y lechos demasiado ácidos

Los escarabajos, moscas, ácaros rosa, gorgojos, bichos bolita, babosas, compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio y alteran las condiciones del medio. No existen medios físicos eficaces para su control, salvo evitando que se instalen las colonias de parásitos mediante un buen manejo de las unidades de cría.

Cierto tipo de hormigas ingiere los azúcares de los alimentos destinados a las lombrices. Si se las molesta un poco humedeciendo la compostera terminan buscándose un sitio más tranquilo. También se puede disponer sobre el lecho cáscaras de papa, naranjas o melón para atraerlas y luego retirarlas.

Para eliminar los gorgojos se recomienda espolvorear la zona invadida con azufre o utilizar a modo de lanzallamas el quemador normal de gas, tipo camping.

Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topos, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas.

Los pájaros encuentran a las lombrices con facilidad, excavando la tierra con sus patas y pico, por lo que el lombricultor deberá cubrir el lecho con ramas o redes media sombra. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege al plantel del ataque de los pájaros y se evita la excesiva evaporación manteniendo regulada la humedad.

Las hormigas rojas y los ratones se comen a las lombrices, pero se los puede mantener alejados manteniendo una humedad del 80 % en los lechos de cría.

La planaria causa daños muy importantes en los criaderos comerciales. Se trata de un pequeño gusano platelminto, de cuerpo plano, de color oscuro con rayas a lo largo del cuerpo. Este parásito se adhiere a la lombriz y mediante un tubo absorbe sus líquidos corporales matándola.

Dado que las planarias se desarrollan y comienzan a depredar a las lombrices cuando el pH del medio desciende a menos de 7.5, es recomendable evitar estiércoles con más de 20 días de haber sido producidos.

#### **4.2 VERMICOMPOST, LOMBRICOMPUESTO O HUMUS DE LOMBRIZ**

Es el fertilizante orgánico por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestor de la lombriz, de un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque, limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.

El humus de lombriz es la deyección de la lombriz. La acción de las lombrices da al fundamento un valor agregado, así se valora como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos. El lombricompost tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, de esta manera facilita su manipulación.

Es uno de los fertilizantes completos, aporta todos los nutrientes para la dieta de las plantas, de los cuales carecen frecuentemente los fertilizantes químicos.

Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces.

Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.

Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines. El lombricompost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.

El humus de lombriz además de ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físico-químicas del suelo, es de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro.

#### **4.2.1 Características más importantes del humus de lombriz:**

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana, 40 mil millones por gramo seco, que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su ph es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.
- Favorece la absorción radicular.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable

para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.

- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos disminuyendo el consumo de agua en los cultivos. Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante, se lo está empleando en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que tienen estas instalaciones.
- El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común.

**Foto 7. humus de lombriz**



Fuente: [www.ipes.org/.../MVC-782F.htm](http://www.ipes.org/.../MVC-782F.htm)

#### 4. 2.1.1 Componentes del Humus de Lombriz

<b>COMPONENTES</b>	<b>VALORES MEDIOS</b>
<b>Nitrógeno</b>	<b>1.95 - 2.2 %</b>
<b>Fósforo</b>	<b>0.23 - 1.8 %</b>
<b>Potasio</b>	<b>1.07 - 1.5 %</b>
<b>Calcio</b>	<b>2.70 - 4.8 %</b>
<b>Magnesio</b>	<b>0.3 - 0.81%</b>
<b>Hierro Disponible</b>	<b>75 mg/l</b>
<b>Cobre</b>	<b>89 mg/kg</b>
<b>Zinc</b>	<b>125 mg/kg</b>
<b>Manganeso</b>	<b>455 mg/kg</b>
<b>Boro</b>	<b>57.8 mg/kg</b>
<b>Carbono Orgánico</b>	<b>22.53 %</b>
<b>C/N</b>	<b>11.55 %</b>
<b>Acido Húmicos</b>	<b>2.57 g Eq/100g</b>
<b>Hongos</b>	<b>1500 c/g</b>
<b>Levaduras</b>	<b>10 c/g</b>
<b>Actinomicetos totales</b>	<b>170.000.000 c/g</b>
<b>Act. Quitinasa</b>	<b>100 c/g</b>
<b>Bacterias aeróbicas</b>	<b>460.000.000 c/g</b>
<b>Bacterias Anaeróbicas</b>	<b>450.000 c/g</b>
<b>Relación aer/anaerob.</b>	<b>1. :1000</b>

## 5. ESTUDIO DE PARÁMETROS

### 5.1 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**5.1.1 Historia.** La UIS creada por las Ordenanzas números 41 de 1940 y 83 de 1947, inició labores académicas el 1 de marzo de 1948 en las instalaciones del entonces Instituto Dámaso Zapata bajo la dirección del educador Nicanor Pinzón Neira. Tres profesores y quince estudiantes matriculados en las facultades de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Química dieron origen a una actividad académica que durante 57 años ha contribuido al desarrollo de la economía y la cultura nacional.

En 1954, dos nuevas carreras, Ingeniería Metalúrgica e Ingeniería de Petróleos se incorporaron a la oferta académica y la Universidad se mudó a las instalaciones que hoy ocupa, constituyéndose en una Ciudad Universitaria que año tras año fue adecuando nuevos programas de estudio. Ingeniería Industrial nació en 1958 e Ingeniería Civil en 1964.

Los años 65 al 67 fueron particularmente memorables. La anexión de la Universidad Femenina con sus programas de Bacteriología, Fisioterapia, Trabajo Social y Nutrición y Dietética, estableció las bases para la creación de la División de Ciencias de la Salud que, en febrero de 1967, fecha de inauguración, estaba integrada por las carreras de Medicina, Enfermería, Fisioterapia, Laboratorio Clínico y Nutrición. Ese año, 1967, también dejó la creación de la Facultad de Ciencias Humanas que, antaño y hoy, se compromete con el ingrediente humanista, indispensable en la formación integral del individuo y su organización social.

Hoy, 54 años después de haber iniciado actividades académicas, la UIS muestra orgullosa su actual posición: es la institución de educación superior líder del nororiente colombiano y está catalogada como la cuarta universidad oficial del país y la segunda en materia de investigación.

El impulso a su crecimiento se ha evidenciado en la creación desarrollo de nuevos programas académicos, de investigación y de educación continuada en las diversas áreas del saber: Ingenierías, ciencias, salud y humanidades.

Veintiocho programas de formación profesional, cinco de formación tecnológica y a distancia y cuarenta y tres de formación avanzada componen la plana de programas que ofrece la UIS a la población estudiantil del país. Actualmente, cerca de 12 mil estudiantes se encuentran matriculados en estos 76 programas.

Como motor de fortalecimiento y articulación a los programas académicos funciona la actividad investigativa en la universidad, doce centros de investigación sirven de asesoría, capacitación y apoyo a la industria nacional y al quehacer académico y científico de la Institución.

**5.1.2 Misión.** La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa en un proceso de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad

Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo.

Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales.

**5.1.3 Visión.** La UIS una institución de cultura, ciencia y tecnología cuya tarea es la construcción de comunidad universitaria para pensar en la región y el país en el contexto internacional. La existencia de una comunidad de propósitos en el servicio público y en la constitución de una nación libre y moderna, de personas autónomas y libres. Tiene como compromiso la formación del espíritu científico en un proceso de creación, recreación y divulgación del conocimiento y la adquisición y caracterización de la capacidad de innovar, para ejercer la crítica, la tolerancia y el dialogo como fundamento y esencia de su proyecto de vida.

**5.1.4 Regionalización.** La Universidad Industrial de consciente de Santander su papel protagónico en el progreso social, cultural, científico y económico de la sociedad colombiana, y muy especialmente de su compromiso con la región, adoptó como política institucional la realización de programas educativos que contribuyan a la creación y consolidación de los fundamentos para el desarrollo integral de la provincia santandereana.

Es así como se diseña un Programa de Regionalización para promover la realización con calidad de las actividades de docencia, investigación y proyección social a través de las sedes de Barbosa, Barrancabermeja, Málaga y Socorro, y los convenios con la Asociación de Egresados de la UIS - ASEDUIS de Barranquilla, Bogotá, Bolívar y Norte de Santander.

Programa de Regionalización de la UIS se enmarca en la Constitución Política de Colombia, donde se establecen las posibilidades de las regiones para convertirse en entidades territoriales, con el objetivo de promover su desarrollo integral buscando el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y la preservación del medio ambiente. La ley 30 de 1992, señala en el capítulo II, como sus principales objetivos de la Educación Superior, el ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético como nacional y regional y promover la unidad nacional, la descentralización, la integración regional y la cooperación institucional, con miras a que las diversas zonas del país dispongan de los recursos humanos y de las tecnologías apropiadas que les permitan atender sus necesidades.

Con la Regionalización, la UIS asume la responsabilidad social de extender con calidad sus programas presenciales al nivel de pregrado y postgrado y la educación continua a la provincia santandereana. El 23 de junio de 1997, mediante acuerdo No. 041 y considerando la dinámica alcanzada por el Programa de Regionalización, el Consejo Superior de la UIS considera indispensable la creación de una dependencia académico-administrativa para liderar y coordinar ese proceso, y crea la Dirección General de Regionalización adscrita a la Vicerrectoría Académica.

Le corresponde a la Dirección General de Regionalización la responsabilidad de planificar, fomentar, dirigir, coordinar y evaluar la calidad académica de los programas de regionalización de la Universidad Industrial de Santander. El Director General de Regionalización está asistido por el Consejo de Regionalización, organismo que se constituye en la instancia Correspondiente para la toma de decisiones directamente relacionadas con las sedes.

El consejo está integrado por el Vicerrector Académico y los Directores de cada una de las Sedes.

A la Dirección General de Regionalización están adscritas las sedes de la UIS, siendo éstas dependencias descentralizadas de la Universidad Industrial de Santander, con autonomía administrativa. Las inversiones para el Programa de Regionalización, provienen especialmente de aportes a través del presupuesto departamental, fondos de regalías y de la estampilla Pro-UIS y los gastos de funcionamiento de aportes del presupuesto departamental, así como de las rentas propias.<sup>1</sup>

**5.1.5 Situación geográfica.** Se encuentra la Universidad Industrial de Santander ubicada al nordeste de la ciudad de Bucaramanga capital del departamento de Santander del Sur en la carrera 27 con calle 9, ubicada en la zona andina en la cordillera oriental de Colombia a 7 grados 53 minutos 5 segundos de latitud Norte y 73 grados 42 minutos 16 segundos de longitud Oeste con temperatura promedio de 23 grados centígrados, su área central llega a las 25 hectáreas, su altura es de aproximadamente 1000 metros sobre el nivel del mar.

**5.1.6 Residuos sólidos sede central.** La División de Planta Física tiene dentro de sus labores, el aseo de la Institución; actualmente cuenta con un número de 49 funcionarios de los cuales 38 trabajan en la sede central y de ellos 10 se encargan de las labores de poda y recolección y transporte de los desechos vegetales.

La Universidad Industrial de Santander es una de las Instituciones que genera mayor cantidad diaria de desechos en el departamento que son llevados al botadero llamado el carrasco.

---

<sup>1</sup> [www.uis.edu.co](http://www.uis.edu.co)

Todas sus calles son barridas por lo menos una vez a la semana, de donde se recoge gran cantidad de ramas hojas y residuos de poda que son depositados en pilas pequeñas sobre las calles y prados para ser transportados en camiones al contenedor que la empresa municipal de aseo de Bucaramanga EMAB, ha colocado para su disposición temporal en la parte oriental de la Universidad; de allí son trasladarlos a la disposición final, tres veces en la semana.

Actualmente se generan unos 780 kilogramos diarios de residuos vegetales (poda de árboles y prados, ramas, hojas, etc.), trayendo como consecuencia erogaciones significativas de dinero para su recolección, como son los pagos que se deben hacer a los trabajadores, desgaste de maquinaria, pagos por el derecho a depósito a cielo abierto; sin la obtención posterior de beneficios económico.

## **5.2 PROPUESTA**

La gran cantidad producida de desechos vegetales en la Universidad, adquiere un manejo especial muy importante de tipo ambiental; se propone como alternativa tratarlos por medio de la Lombricultura, utilizando para su transformación la lombriz roja californiana por ser ella la que mejor se adapta a las condiciones climáticas de la región y obtener como fruto de este trabajo abono orgánico o humus de lombriz, un producto de máxima calidad como fertilizante orgánico y de grandes beneficios cuando es incorporado al suelo.

Como alimento para las lombrices se les proporcionará material vegetal previamente seleccionado bajo condiciones controladas para este fin.

Para el estudio de viabilidad se presenta la propuesta al la División de Planta Física de la Universidad, quienes liderarán su ejecución, por ser el organismo principal de la Institución interesado en el manejo adecuado de los residuos sólidos producidos dentro del campus universitario. Dentro de sus funciones se encuentra la recolección de estos desechos.

### **5.2.1 Metodología a utilizar en la propuesta.**

**5.2.1.1 Localización.** El sitio que se recomienda para realiza el tratamiento de los residuos vegetales es el antiguo vivero ubicado en la zona oriental de la universidad en el costado izquierdo de la vía perimetral hacia la portería de carrera 30, por presentar condiciones adecuadas tales como:

Se encuentra cerca de la vía facilitando las labores de transporte tanto de los desechos a tratar como el abono resultante.

Las actividades académicas y administrativas se realizan lejos de allí permitiendo que el proceso no sufra interrupciones por la presencia de curiosos.

Permite la aireación natural y preparación del sustrato que será el alimento para las lombrices.

Es un terreno que presenta superficie plana ligeramente inclinado permitiendo el drenaje de líquidos, evitando la posibilidad de inundaciones, presenta un area aproximada de 500 metros cuadrados suficiente para colocar 10 lechos o camas que alberguen unos 950 kilos de gusanos.

Actualmente este terreno no se le ha dado por parte de la UIS una destinación específica.

**Foto 8. Zona oriental UIS contenedor Emab**



**Foto 9. Zona oriental UIS**



**Foto 10. Poda UIS**



**Foto 11. Montículos residuos poda árboles invernadero UIS**



**Foto 12. Montículos de hojas secas zona canchas UIS**



**Foto 13. Camión recogiendo residuos vegetales UIS**



**Foto 14. Zona norte UIS**



**5.2.1.2 Adecuación del terreno:** Antes que nada se debe preparar el terreno en el cual se pondrá las lombrices considerando los siguientes aspectos:

Cerrar con malla un area de 450 metros cuadrados para evitar entrada de roedores y otros animales.

Colocar instalaciones de agua disponibles para el riego de los lechos y preparación de alimentos.

Instalar energía eléctrica para colocar bombillos y toma corrientes suficientes.

Ubicación dentro del lote de una zona para almacenar y preparar los desechos vegetales base de la alimentación de los gusanos.

Techar el lote con material liviano para evitar la caída directa sobre los lechos de los rayos solares y aislar el cultivo de la lluvia proporcionando sombra y mejores condiciones para el trabajo, la altura recomendada es de 2.5 a 3 metros.

Construcción de canales para el drenaje de las aguas de lluvia y riego. No debe haber arboles frutales ni plantas resinosa porque los tratamientos contra los parásitos en los frutales podrían envenenar a las lombrices a través de los frutos caídos o de las hojas y la presencia en la corteza de ácido tánico en los arboles resinosa son mortales para las lombrices.

La ejecución de todas las actividades se realizará con mano de obra De la división de planta física de la universidad.

**5.2.1.3 Construcción de lechos o cunas.** Un lecho no es mas que un espacio rectangular delimitado por maderas, ladrillos, bloques de cemento o cualquier otro elemento que sirva de contención el cual, brinde protección a las lombrices y facilite su explotación.

Se recomienda la construcción por encima del suelo con altura de 40 a 50 cm. cercado con bloque de ladrillo por dos razones; Si las lombrices se llegaren a ir al fondo por frío o falta de alimento, llevaría mas tiempo en atraerlas a la superficie; por otra parte con alturas mayores se hace la fermentación más anaeróbica.

En el interior de las camas se recomienda piso de 10 cm. de cemento para evitar el atraque de posibles plagas como hormigas, sanguijuelas, planarias etc.

Se coloca un colchón de paja o pasto a lo largo y ancho del piso del lecho que sirve de refugio a la lombriz en el caso de sufrir cambios medioambientales en su medio de crianza.

Posteriormente se colocará el sustrato base de la alimentación hasta la altura máxima.

Para la cantidad de residuos vegetales a tratar, que son 750 Kgs. diario aproximados, se deberá construir 10 cunas de 12 m. de longitud, y 1.6 m. de ancho para albergar 100 Kg de lombrices cada una, suficientes para tratar la cantidad de desechos aquí consignados.

Entre lecho y lecho se debe dejar un espacio de unos 50 centímetros de ancho para facilitar la movilidad de la persona encargada del mantenimiento.

Las cunas deben estar divididas simétricamente con guadua en dos partes. A y B longitudinalmente a fin de facilitar la futura separación del humus y lombrices.

Durante los tres primeros meses las lombrices no necesitan ningún cuidado especial: solamente el riego y la comida.

**5.2.1.4 Alimento o sustrato.** Una vez recogidos los residuos vegetales que serán la base del alimento, se seleccionan se pican manual o mecánicamente para formar pilas donde empezará el proceso de descomposición, fermentación o compostización que durará 15 días, para su completa maduración, donde una acción sucesiva de bacterias y hongos convierte los residuos vegetales en una sustancia color castaño oscuro, inodora, apta para la alimentación de los gusanos.

La comida a suministrar debe ser solo material orgánico parcial o totalmente descompuesto que no contenga resinas ni taninos. De no ser así, los gases tóxicos que pueden emanar y las altas temperaturas generadas durante el proceso de descomposición que pueden llegar hasta 70 grados centígrados, matarán a las lombrices.

**Foto 15. Lecho o era para lombrices**



**Fuente: Página web Corpoica**

Durante este proceso los residuos se deben humedecer y mezclar periódicamente, dependiendo de la temperatura.

Una vez realizadas las pruebas de pH, humedad, temperatura; hay que proceder a efectuar la última y definitiva prueba del sustrato; esta prueba garantizará, mejor que ninguna otra, la supervivencia de las lombrices y el éxito de todo el proceso de transformación de los residuos.

Esta prueba es denominada, P 50 L, que corresponde a la abreviatura de prueba con 50 lombrices para comprobar si el alimento es apto y consiste en: colocar 50 gramos de sustrato preparado en un recipiente perforado con varios agujeros con el fin de garantizar un adecuado drenaje y encima colocar 50 lombrices adultas, se riega abundantemente de forma que todo el conjunto quede muy húmedo pero no encharcado. Esta operación se debe realizar con luz natural preferiblemente.

Las lombrices intentarán introducirse durante los siguientes minutos en el sustrato por sí solas.

Pasadas 24 horas hay que verificar si las 50 lombrices se encuentran en condiciones óptimas de salud. Si falta una sola o se encuentran algunas muertas, el sustrato no reúne aún las condiciones adecuadas y hay que proceder a verificar las correcciones.

**5.2.1.5 Siembra de la lombriz.** Debido a que la lombriz es un animal muy prolífero, no es conveniente empezar el lombricultivo con la cantidad total de lombrices necesarias para la transformación de los residuos, preferiblemente se aconseja multiplicarlas en el propio lecho o hábitat.

Las cunas recomendadas tienen capacidad para albergar unos 100 kilos de gusanos cada una, por consiguiente. se puede iniciar el cultivo con un pie de cría de 10 kilos por lecho, que bajo condiciones óptimas se duplicaran cada dos o tres meses es decir, unas 16 veces al año. Entonces será necesario aumentar gradualmente la cantidad de alimento diario hasta cuando aparezca la primera cosecha; tiempo en el cual se hará el respectivo traslado de lombrices a la parte B del lecho.

Una vez establecido el lecho, se agrega el compuesto orgánico debidamente preparado con todas las especificaciones respectivas, se depositan las lombrices sobre la superficie en forma uniforme, quienes por sí mismas se introducen en el lecho y se procede a regar suavemente procurando que quede humedecida.

La incorporación de las lombrices debe realizarse en las primeras horas del día para que la incidencia de la luz solar las obligue a introducirse más rápidamente en el sustrato.

Durante las dos primeras semanas la cama está en la fase de desarrollo, la cantidad de alimento suministrado y la producción de humus serán menor.

Apartir de este momento se deben tener en cuenta las siguientes acciones:

- El alimento se debe proporcionar siempre humedecido y con el debido grado de descomposición diariamente en cantidades iguales a las del peso de las lombrices.
- Controlar el pH. Debe estar próximo a 7, el cual se puede realizar con una cinta de papel indicador universal de pH, si el nivel no es el conveniente hay corregirlo regando sobre el lecho una solución

concentrada de carbonato de calcio, con lo cual se eliminará el problema de la excesiva acidez.

- Controlar la temperatura. Las condiciones para un óptimo desarrollo deben estar entre 19 a 20 grados centígrados, siempre es recomendable cubrir las cunas con una capa de pasto o paja que ayuda a proteger de las temperaturas extremas y a conservar la humedad relativa en un 60 a 80 por ciento, en términos generales se dice que el alimento está en condiciones correctas de humedad, cuando un puñado se comprime y no suelta agua.
- Controlar los depredadores. Se debe cubrir con malla plástica o lona para evitar los enemigos de las lombrices como aves, ranas, topos, ratas, etc.
- Pasado el primer año de iniciada la actividad la población de las lombrices habrá llenado la capacidad máxima del lecho, entonces será tiempo de comercializar las lombrices, descartar o cualquier otra actividad, ya que en poco tiempo se habrá duplicado nuevamente la población; utilizando para ello la misma metodología descrita para la recolección del humus.

**5.2.1.6 Recolección del humus.** El producto resultante de las deyecciones, es abono orgánico o humus de lombriz, con características muy propias, que lo hacen prácticamente insuperable ya que incrementa la producción de productos vegetales, es pues un fertilizante por excelencia.

Para la recolección es necesario separar las lombrices del lombricompuesto y trasladarlas a la parte B del lecho como se había propuesto inicialmente. Esta operación se realiza cuando el abono llega al nivel máximo de la cuna; en ese momento se suspende la alimentación y el riego por un periodo de 7 a 10 días para obligar a las lombrices a consumir al máximo el sustrato contenido en el lecho. Durante este periodo de tiempo se debe preparar la parte B del lecho con suficiente comida bien humedecida que garantice la supervivencia de los gusanos cuando se encuentren allí y puedan fácilmente chupar el nuevo alimento.

Una vez consumido la totalidad del sustrato de la parte A, las lombrices por sí solas se trasladarán a la parte B en busca de alimento quedando el abono a disposición en A.

Pasado unos 15 días se recoge el abono, se almacena en un lugar fresco y con buena ventilación para luego utilizarlo como fertilizante en los jardines del campus universitario o proceder a comercializarlo.

Dependiendo de la velocidad de maduración del sustrato, se puede recoger 2 o 3 veces al año repitiendo la misma operación dejando siempre la mitad del lecho disponible para continuar con el proceso.

### 5.3 MATERIALES NECESARIOS Y COSTOS APROXIMADOS

NOMBRE	MEDIDA	CANT.	VR. UNIT.	TOTAL
Arena	Metro c.	50	8.000	400.000
Alambre	kilo	30	10.000	300.000
Bandejas plásticas	unidad	20	12.000	240.000
Barra	unidad	3	20.000	60.000
Báscula 1-100 Kg	unidad	1	800.000	800.000
Bolsas de yute	unidad	100	800	80.000
Carretilla	unidad	1	90.000	90.000
Cemento	bulto	40	10.000	400.000
E. de protección P.	kit	2	90.000	180.000
Fumigadora	unidad	1	140.000	140.000
Gravilla	bultos	20	8.000	160.000
Horquilla punta redond	unidad	3	10.400	31.200
Insecticidas	litro	10	5.000	50.000
Ladrillo H-15	unidad	500	780	390.000
Lombrices	kilo	100	7.000	700.000
Lona	metro	200	10.000	200.000
Malla	metro	200	6.000	120.000
Manguera	metro	50	900	45.000
Máquina trituradora	unidad	1	1'500.000	1'500.000
Otros				500.000
Pala	unidad	3	12.000	36.000
Palustre	unidad	3	7.000	21.000
Papel universal de pH	rollo	3	65.000	195.000
Rastrillo	unidad	3	8.000	24.000
Sustratos	Kg.	750		
Tamices grandes	unidad	3	40.000	120.000
Tarjetas de registro	unidad	24	200	4.800
Tejas termo acústica	uni. 3x09m	185	24.000	4.440.000
Termómetro 1-50 g. c.	unidad	2	250.000	500.000
Tubería tipo sanitario	tramo d 6m	10	50.000	500.000
Tubo4" para estructura	tramo d 6m	30	59.000	1'770.000
<b>TOTAL</b>				<b>13'997.000</b>

Valor total de los elementos anteriores \$13'997.000.00 (trece millones novecientos noventa y siete mil pesos).

Los precios aproximado de los anteriores elementos necesarios para la propuesta se toman sin tener en cuenta vehículo, terreno y mano de obra que la UIS posee en la División de planta Física y que actualmente utiliza para actividades relacionadas con las basuras producidas dentro del campus Universitario.

#### 5.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	Duración	MAR	ABRI L	MAY	JUNI	MAR
ADECUACION DEL TERRENO	15 DÍAS	15 -30				
CONSTRUCCION ESTRUCTURA	30 DÍAS		1-30			
CONSTRUCCION DE LECHOS	15 DIAS			1-15		
PREPERACION DEL ALIMENTO	15 DÍAS			15-30		
SIEMBRA DE LAS LOMBRICES	4 DIAS				1-4	
RECOLECCION DEL HUMUS	300 DIAS				JUNI 2005	MAR 2006
PRIMERA COSECHAS	300 DIAS					MAR 2006

#### 5.5 ANALISIS FINANCIERO

Para realizar el estudio económico se presentan aspectos relacionados con la demanda de lombrices, abono y ventas al llevarse a cabo el proyecto.

Como marco de referencia se toma la zona metropolitana de Bucaramanga, exponiendo proyecciones de consumo y producción anual durante tres periodos de tiempo, se analiza la disponibilidad de la materia prima y se muestra de manera general la presentación comercial del producto para el cliente.

Seguidamente se muestra la evaluación económica del proyecto mediante el cálculo y análisis de indicadores como el Valor Presente Neto (V P N ), Tasa Interna de Retorno (T I R ).

**5.5.1 Disponibilidad de materia prima.** Actualmente la cantidad diaria que se acumula de residuos vegetales asciende a 750 Kg, que provienen de poda de árboles, prados, caída de hojas secas y jardinería en general, que son seleccionados y acumulados en pilas durante 15 días para que inicien el proceso de descomposición y utilizarlos como alimentos de los gusanos, durante este proceso se reduce a un 30% su peso original es decir a 225 Kg. que son transformados en humus por las lombrices en un 60% dando una producción diaria de 135 Kg., que en el año suman 50 toneladas.

**5.5.2 Comercialización.** Son varias los compradores potenciales que pueden utilizar el fertilizante como mejorador de las características físicas y químicas del suelo en sus actividades agrícolas entre ellos tenemos:

- Floricultores
- Viveros
- Clubes Campestres
- Otros

Los viveros son los que más utilizan este producto los cuales han presentado una expansión considerable en los últimos tiempos en nuestra región.

La recolección del humus se debe realizar tres veces en el año, retirando cualquier material que no haya sido consumido por las lombrices removiendo la capa superior del sustrato secando y empacando en bolsas de fique o yute de 50 Kg. para su posterior venta

La producción de abono anual es de 50 toneladas con características dadas en la página 48 de este documento, de las cuales la Universidad utilizaría 2 en el año para abonar sus jardines.

El humus es un excelente producto con altas posibilidades de comercialización, su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios de mercado lo que se puede facturar en unos \$ 300.000 la tonelada.

### 5.5.3 Compradores potenciales.

NOMBRE	CANTIDADES DEMANDADA POR AÑO
Floricultores	5 t
Viveros	80 t
Clubes campestres	5 t
UIS	2 t
Otros	5 t
Total cant. demandadas	<hr/> 97 T

**5.5.4 Producción de lombrices.** Pasado el primer año de la siembra se debe pasar a comercializar la cantidad que exceda de la requerida, pues los lechos habrán llegado a su capacidad máxima y habrá que separar las lombrices del abono para su comercialización o cualquier otra actividad.

La capacidad de cada lecho es de 100 Kg. que se duplica cada tres meses obteniéndose 40 toneladas anuales en los 10 lechos disponibles para la venta con un precio de \$3.000.000 cada una generando ingresos de doce millones de pesos (\$ 12.000.000) en el año. Estos gusanos son adquiridas como cebo para pesca, cría y para la alimentación animal.

La carne de lombriz tiene alto contenido de proteínas y aminoácidos necesarios para el consumo animal y humano. En la alimentación humana todavía no tienen mucha aceptación no obstante, se están realizando estudios para incorporarla en forma de hamburguesas y embutidos.

**5.5.5 Costos.** Los costos de la inversión inicial que se encuentran detallados en la página 63 ascienden a trece millones novecientos noventa siete pesos (\$ 13.997.000); En ellos no se tiene en cuenta la inversión en vehículos y terrenos que son de propiedad de la UIS y que actualmente prestan los servicios de recolección de basuras dentro del

campus universitario. Se anexa los costos de dos jornales por semana, 96 al año, \$ 13.000 cada uno para un total de \$ 1.220.800

Inversión total	\$ 13.997.000.
Gastos de operación	1.220.800
Prestaciones s (80%)	976.640

Para la evaluación Económica se tuvieron en cuenta los siguientes datos.

Tiempo de evaluación del proyecto es de tres (3) años. El año cero corresponde al momento en el cuál se efectúa el desembolso de la inversión inicial sin que haya producción es decir es la etapa de desarrollo. Los años 1, 2, 3, corresponden a periodos donde la producción llega a un 100 %.

El comportamiento de los precios de venta del humus y de lombriz 300.000 y 3.000.000 de pesos la tonelada respectivamente, con un estimativo de aumento del 5.5% cada año.

Para efectos de cálculo se trabajó con una tasa de interés del 35% efectivo anual; la tasa del mercado esta actualmente por debajo sin embargo, el proyecto puede generar algún tropiezo por tal razón se utilizo una tasa más alta.

Todos los valores presentados se encuentran en pesos.

Los ingresos están representados por venta de 4 toneladas de lombrices por 12.000.000 de pesos y 48 toneladas de humus por 14.400.000

### 5.5.6 Flujo de caja

	ANO CERO	AÑO UNO	AÑO DOS	AÑO TRES
INGRESOS	0	26.400.001	27.852.001	29.383.861
PRODUCCION	0	100%	100%	100%
EGRESOS	0	2.318.299	2.445.805	2.580.325
EBITDA	0	24.081.702	25.406.195	26.803.536
UTILIDAD BRUTA	0	24.081.702	25.406.195	26.803.536
IMPUESTOS 37%	0	8.910.229	9.400.292	9.917.308
UTILIDAD NETA	0	15.171.473	16.005.904	16.886.228
INVERSION FIJA	13.997.000			
FLUJO DE CAJA		15.171.474	16.005.005	16.886.229
TASA DE OPORTUNIDAD	35%			
VPN	12.854.924			
TIR	97.32 %			

**5.5.7 Valor presente neto (VPN).** El valor presente neto se define como: el valor que resulta de restar al valor presente de los futuros +flujos de caja de un proyecto, el valor de la inversión inicial.

El criterio de decisión utilizado fue:

Si el VPN es  $> 0$  El proyecto debe ser aceptado

Si el VPN es  $< 0$  El proyecto debe ser rechazado

El VPN es de \$12.854.924, indicando que el proyecto es aceptable y representa la ganancia que se tiene sobre la inversión.

**5.5.8 Tasa interna de retorno (TIR).** Se define como: la tasa de interés que hace equivalentes los ingresos y los egresos de un proyecto.

Para el caso del proyecto se encuentra por encima del costo de oportunidad, por lo que se concluye que el proyecto es rentable.

## **Resumen de la evaluación económica**

<b>Valor presente neto</b>	<b>VPN</b>	<b>12.854.924</b>
<b>Tasa interna de retorno</b>	<b>TIR</b>	<b>97.32 %</b>

La puesta en marcha del proyecto además de todos los beneficios que genera al medio ambiente, su rentabilidad como se observa al analizar la tasa interna de retorno es bastante alta es decir si las condiciones de producción no se dan en un 100%, el proyecto sigue siendo rentable.

## 6. CONCLUSIONES

El tratamiento de los desechos vegetales por medio de la Lombricultura es una de las mejores alternativas para reducir el volumen de los sitios de depósito, logrando disminuir la cantidad que termina en los rellenos sanitarios. Es una tecnología que tiene buenas perspectivas, ya que es un negocio de producción diversificada que puede generar excelentes ingresos económicos provenientes de la comercialización de la lombriz y el vermicompost.

Los residuos vegetales producidos dentro del campus universitario en un alto porcentaje, son aptos para utilizarlos como materia prima en la alimentación de la lombriz, no presentan grados de toxicidad y son de fácil digestibilidad.

Se observó que el sitio que presenta mejor adaptabilidad para realizar el tratamiento de los residuos, es el antiguo vivero ubicado en la parte oriental de la universidad, área suficiente para construir 10 lechos de 1.6 metros de ancho por 12 metros de largo cada uno; con capacidad de albergar 100 kilos de gusanos por lecho, suficientes para tratar los desechos vegetales producidos diariamente. (750 kilos)

La aplicación del proyecto trae beneficios al interior de la Universidad entre los cuales vale la pena mencionar: ahorro de dinero al utilizar parte del abono producido como fertilizante en jardines y zonas verdes del campus Universitario, mejoramiento de la imagen pública de la Institución, reducción del pago al carrasco por el derecho a depósito de residuos, cumplimiento con normas ambientales con lo cual se evitan sanciones y multas.

El proceso de Lombricultura inicialmente es lento y el beneficio económico es relativamente a mediano plazo, ya que las primeras cosechas se darán pasado unos 14 meses de iniciado el tratamiento.

La utilización de la Lombricultura como técnica para tratar los residuos vegetales, es una de las proyecciones factibles para aprovechar en gran cantidad los residuos que se producen diariamente, en beneficio del medio ambiente.

## 7. RECOMENDACIONES

Para la recolección de los residuos vegetales se hace conveniente la utilización de un camión que cuente con volteo para hacer más fácil y rápido la labor de descarga de éstos en el sitio donde se va realizar la transformación.

Lo primero que se debe hacer en Lombricultura es preparar el terreno en el cual se pondrán las lombrices, después la alimentación teniendo en cuenta que los residuos no provengan de árboles resinosos como el caucho que es nocivo para la alimentación de ellas.

Antes de suministrarles cualquier alimento que sea nuevo para ellas, se debe realizar la prueba llamada P 50 L, que consiste en colocar 50 lombrices sobre el nuevo sustrato, esperar unas cuantas horas observando su reaccionan.

Deben triturarse los residuos para disminuir el tamaño de las partículas que van a ser utilizadas como materia prima en la alimentación.

Debido a que la lombriz roja californiana es un animal muy prolífero, no es aconsejable comenzar el lombricultivo con la cantidad requerida, preferiblemente multiplicarlas en el mismo lecho por el proceso de adaptabilidad.

Se recomienda que la persona encargada del cuidado de las lombrices, lleve registros de funcionamiento general, (fecha de iniciación, temperatura, humedad, pH, etc.)

## BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR VALDERRAMA, Augusto; Rangel Carvajal, Luis Fernando. Tratamiento de Residuos Orgánicos por medio de la Lombricultura. Bucaramanga, 1995. p. 4-16. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierais fisico-mecánica. Escuela de ingeniería Civil.

AREVALO ROMERO, John Alexander; Flores Tarazona Ana María. Estudio y Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad Industria de Santander. Bucaramanga, 2002. P. 41-76. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierias Fisico-Mecánias. Escuela de Ingeniería Civil.

CASTILLO T, Jorge L. Informe de lombricultura.  
<http://www.monografía.com>

EMISOR MEDIOAMBIENTE S.L. Lombricultura. Septiembre de 2000  
<http://www.personal.iddeo.es>

FERRUZZI Carlo. Manual de Lombricultura. Madrid: Mundi-Prensa, 1994. P. 46-70.

HERRERA, Felipe. Las basuras: Un problema municipal aún por resolver. Agosto 2 de 2004. <http://www.porelpaisquequeremos.com>

LEMUS LEAL, Leone; Mantilla Pérez, Alberto. Determinación de Parámetros Operativos para el Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos por medio de la Lombricultura. Bucaramanga, 1993. P.25-54. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierais Fisico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

LOSANO PICON, Hiller Martín. Aprovechamiento de las basuras domésticas por medio de la Lombricultura. Bucaramanga, 1991.P.43-67. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierais fisico-mecánica. Escuela de Ingeniería Civil.

MECON NARANJO, Sorangel; Niño Martínez, Fredy Alirio. Diseño de una planta piloto para el tratamiento de Residuos Sólidos por medio del reciclaje, compostificación y la lombricultura. Bucaramanga, 1995. P.46-68. Trabajo de grado (Ingeniero Civil), Universidad Industrial de

Santander. Facultad de Ingeniarais Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Bogotá 2003. <http://www.accionambiental.org/centro>

RESIDUOS SÓLIDOS Y CLASIFICACION. Noviembre 2000.  
<http://fortunecity.es>

