

**DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS DE CLAVEL GENERADOS EN
LA INDUSTRIA FLORICULTURA DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y LA
FACTIBILIDAD TÉCNICA - AMBIENTAL PARA SU APROVECHAMIENTO
COMO COMPOSTAJE MECANIZADO Y BIOGAS**

ALBA NORA SÁNCHEZ BERNAL

DIRECTOR: Edgar Castillo Monroy. Profesor UIS

**ASESOR: Juan Carlos Isaza. Subgerente Asuntos Ambientales.
ASOCOLFLORES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2005

**DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS DE CLAVEL GENERADOS
EN LA INDUSTRIA FLORICULTURA DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y LA
FACTIBILIDAD TÉCNICA - AMBIENTAL PARA SU APROVECHAMIENTO
COMO COMPOSTAJE MECANIZADO Y BIOGAS**

ALBA NORA SÁNCHEZ BERNAL

**Trabajo de grado presentado como requisito para
optar al título de Especialista en Ingeniería Ambiental**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2005

CONTENIDO

	Pág.
Dedicatoria	XV
Agradecimientos	XVI
Resumen	XVII
Abstract	XVIII
Introducción	XIX
1. OBJETIVOS, ALCANCES Y LIMITACIONES	21
1.1. OBJETIVO GENERAL	21
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
1.3. ALCANCES	22
1.4. LIMITACIONES	22
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1. EL SECTOR FLORICULTOR EN COLOMBIA	23
2.2. EL CULTIVO DEL CLAVEL (<i>Dianthus caryophyllus</i>)	23

	Pág.
2.3. FLORVERDE® Y SU RELACIÓN CON EL MANEJO DE LOS RESIDUOS VEGETALES DE CLAVEL	25
2.4. RESIDUOS AGROPECUARIOS COMO FUENTES DE BIOMASA	28
2.5. LEGISLACIÓN APLICABLE PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS VEGETALES	31
2.6. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS AGROPECUARIOS	34
2.6.1. Compostaje de residuos orgánicos agrícolas	36
2.6.2. Lombricultura de residuos orgánicos	39
2.6.3. Fermentación metánica ó digestión anaerobia a partir de biomasa	40
2.6.4. Casos explorados y/o desarrollados en el aprovechamiento de residuos orgánicos agropecuarios	45
2.6.4.1 En compostaje	45
2.6.4.2. En energía y/o combustible	46
2.6.4.3. Demanda y perspectivas del empleo de biomasa como energía	49
2.7. MÉTODOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SUS IMPACTOS	49
2.8. MÉTODOS DE EVALUACION ECONOMICA Y COSTOS	55

	Pág.
3. MATERIALES Y MÉTODOS	59
3.1. TIPO DE ESTUDIO	59
3.2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA MONOGRAFÍA	59
3.3. METODOLOGÍA	60
4. DIAGNÓSTICO DEL MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS DE CLAVEL EN EL SECTOR FLORICULTOR - SABANA DE BOGOTÁ	62
4.1. DATOS	62
4.2. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DE CLAVEL COMO COMPOSTAJE	66
4.2.1. Compostaje mecanizado (Tecnología Wildcat)	66
4.2.2. Tecnología de compostaje manual	72
4.3. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DE CLAVEL COMO BIOGAS	78
5. ANALISIS Y DISCUSIÓN	83
5.1. FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS VEGETALES COMO COMPOSTAJE MECANIZADO (WILLCAT) Y DIGESTION ANAEROBIA PARA PRODUCCION DE BIOGAS	86

	Pág.
5.2. FACTIBILIDAD AMBIENTAL DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS VEGETALES COMO COMPOSTAJE (WILDCAT) Y BIOGAS	89
5.3. FACTIBILIDAD ECONOMICA	94
CONCLUSIONES	103
GLOSARIO	104
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1. Hectáreas de flores cultivadas en Sabana de Bogotá (Colombia) y el porcentaje de participación de clavel	24
Tabla No. 2. No. Empresas y Hectáreas de flores pertenecientes a Florverde®	25
Tabla No. 3. Evolución a través del tiempo del No. de empresas de flores (en Florverde®) que procesan mediante compostaje (no mecanizado) sus desechos vegetales	26
Tabla No. 4. Volúmenes generados por la renovación de una hectárea de flores	27
Tabla No. 5. Resumen de la normatividad ambiental aplicable en Colombia Para residuos sólidos vegetales	33
Tabla No. 6. Criterios utilizados en valoración de impactos ambientales, método de matrices	53
Tabla No. 7. Esquema de valoración según el método ABC	55
Tabla No. 8. Actividades desarrolladas durante la monografía	60
Tabla No. 9. Equivalencia Kg. y M3 de residuos vegetales de clavel	63

	Pág.
Tabla No. 10. Generación de residuos vegetales de clavel en diferentes Empresas productoras de clavel. Consolidado general. Año 2003. Sabana de Bogotá	64
Tabla No.11. Frecuencia de generación y manejo dado a residuos Vegetales de clavel en nueve empresas de flores	65
Tabla No. 12. Cantidad de biogás generado a partir de 1 y 5.5 Toneladas de residuos vegetales de clavel	81
Tabla No. 13. Características del biodigestor para procesar diariamente 1 a 5,5 toneladas de residuos vegetales de clavel	82
Tabla No. 14. Disponibilidad de la tecnología en la Sabana de Bogotá Para manejo de residuos vegetales	86
Tabla No. 15. Evaluación de la relevancia ambiental para proceso de compostaje mecanizado Wildcat	90
Tabla No. 16. Evaluación de la relevancia ambiental para proceso de generación de biogás (digestión anaerobia)	93
Tabla No. 17. Beneficios económicos con las alternativas Wildcat y generación de biogás	95
Tabla No. 18. Insumos, costos requeridos y beneficios obtenidos en Compostaje manual de la empresa, con capacidad para Procesar el 30% de los residuos vegetales de clavel	96
Tabla No. 19. Beneficios por compostaje manual	97

	Pág.
Tabla No. 20. Costos por manejo del 100% de los residuos vegetales De clavel a través de compostaje mecanizado (wildcat)	97
Tabla No. 21. Costos por metro cúbico de servicios de manejo de residuos Vegetales con wildcat	98
Tabla No. 22. Beneficios obtenidos por manejo de residuos vegetales de clavel a través de compostaje mecanizado	99
Tabla No. 23. Costos por manejo de residuos vegetales a través de biodigestión	99
Tabla No. 24. Características y beneficios obtenidos a través de la Biodigestión anaerobia para manejar los residuos Vegetales de clavel	100

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto No. 1. Panorámica cultivo de clavel	24
Foto No. 2. Panorámica de fuente de biomasa forestal	28
Foto No. 3. Cultivo fuente de biomasa	28
Foto No. 4. Residuos orgánicos fuentes de biomasa	29
Foto No. 5. Formación de pilas con residuos de clavel	69
Foto No. 6. Volteo de pilas	69
Foto No. 7. Fase de curado y enfriamiento	70
Foto No. 8. Material terminado	71
Foto No. 9. Cuneta canal de lixiviados	72
Foto No. 10. Fragmentación de los residuos de clavel	73
Foto No. 11. Armado de pilas para compostaje con residuos de clavel fresco y fragmentado	73
Foto No. 12. Registro de temperatura a pilas de compostaje	74

	Pág.
Foto No. 13. Panorámica pila de compostaje después de primer volteo	75
Foto No. 14. Fase de secado de material residual de clavel	76
Foto No. 15. Embalaje de material compostado	76
Foto No. 16. Panorámica de no generación de lixiviados en compostaje manual bajo invernadero	77
Foto No. 17. Panorámica de lixiviados en compostaje manual y a campo abierto	78
Foto No. 18. Panorámica de biodigestor	79
Foto No. 19. Biodigestor en funcionamiento	80

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1. Descripción esquemática de la digestión anaerobia	44
Figura No. 2. Impactos ambientales causados por residuos vegetales de clavel no manejados	84
Figura No. 3. Acciones a tomar por empresas de flores	85

LISTA DE ANEXOS

Anexo No. 1. Legislación colombiana que regula el manejo

Integral de residuos sólidos y sus artículos
reglamentarios.

Anexo No. 2. Normas de calidad del aire en Colombia a
condiciones de referencia (25 grados centígrados
y 760 mm de Hg.)

DEDICATORIA

*... A Dios y la Virgen, por su permanencia
y acompañamiento durante mi vida.*

*A quien merecerá siempre mis sentimientos
de cariño, admiración y respeto: Mi Madre, Ana.
por su invaluable y constante afecto y apoyo.*

*A quienes trabajamos por la conservación de los
recursos naturales y el futuro de las nuevas
generaciones...*

AGRADECIMIENTOS

La autora reconoce, exalta y hace público el testimonio de gratitud a:

ASOCOLFLORES representada por el apoyo del Microbiólogo M Sc Juan Carlos Isaza Sub. Gerente de Asuntos Ambientales y del Ing. Ambiental Hugo Fernando Montero Coordinador de Proyectos ambientales

CENTRO DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA (CNPML) representado por el apoyo del Ing. de Producción Carlos Arango, Ing. Químico Carlos Cadavid, Ing. Ambiental Paula Morales y el Sr. Rudolf Bossing

Representantes Empresas de flores ubicadas en la Sabana de Bogotá y adscritas a Florverde®

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Representada por el apoyo del Director proyecto de grado Ing. y profesor Edgar Castillo M y de la Ing. y amiga Silvana Nathalia Florez C., por su colaboración.

RESUMEN

TITULO

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE RESIDUOS DE CLAVEL GENERADOS EN LA INDUSTRIA FLORICULTURA DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y LA FACTIBILIDAD TÉCNICA - AMBIENTAL PARA SU APROVECHAMIENTO COMO COMPOSTAJE MECANIZADO Y BIOGAS*.

AUTOR

SÁNCHEZ B., Alba Nora**.

PALABRAS CLAVES

- Residuos vegetales clavel
- Compostaje mecanizado
- Biodigestión
- Alternativas de manejo residuos de clavel

DESCRIPCIÓN

Se realiza un diagnóstico del manejo de residuos vegetales de clavel generados en la industria floricultora de la Sabana de Bogotá. Presenta una revisión de la legislación Colombiana vigente para la disposición de residuos. Describe las tecnologías de compostaje tradicional, mecanizado (Wildcat) y la biodigestión como alternativas para el aprovechamiento de los residuos de clavel, sus beneficios y subproductos.

Se reportan las cantidades de residuos vegetales generados, los costos de manejo y los impactos generados. Se analizan para cada una de las alternativas estudiadas los componentes técnicos, ambientales y económicos en el marco de la evaluación de impacto ambiental. El análisis orienta a las empresas del sector floricultor sobre medidas de prevención, corrección, mitigación, compensación, seguimiento y control en el manejo de los residuos de clavel.

Las empresas productoras de clavel generan en promedio semanalmente 1 tonelada de residuos vegetales por cada hectárea sembrada. Los cuales provienen de tres fuentes ó procesos: Erradicaciones, poscosecha y labores de cultivo. Siendo los dos primeros los que generan aproximadamente el 74% de los residuos. Técnicamente el compostaje mecanizado (wildcat) y la biodigestión permiten procesar el 100 % de los residuos de clavel generados. Desde el punto de vista ambiental ambas alternativas cumplen con criterios de producción limpia y legislación vigente. Económicamente son factibles, generan beneficios para las empresas productoras de clavel como el compost sólido en el caso del compostaje mecanizado y en el caso de la biodigestión compost líquido y biogás.

* Trabajo de Grado.

** Escuela de Ingeniería Química, Especialización en Ingeniería Ambiental, Edgar Castillo

ABSTRACT

TITLE

HANDLING DIAGNOSTIC FOR CARNATION RESIDUES PRODUCED AT BOGOTA'S SAVANNA FLORICULTURIST INDUSTRY AND TECHNICAL AND ENVIRONMENTAL FEASIBILITY EXPLOITATION AS MECHANIZED COMPOSTING AND BIOGAS*.

AUTHOR

SÁNCHEZ B., Alba Nora**.

KEY WORDS

- Plant residues - carnation
- Mechanized composting
- Biodigestion
- Handling alternatives for carnation residues

DESCRIPTION

A handling diagnostic of carnation residues produced at Bogota's savanna floriculturist industry is made. It is shown a review concerning Colombian laws referred to residues disposal. It describes traditional composting technologies, mechanized composting (Wildcat) and biodigestion as alternatives to profit carnation residues, their benefits and by-products.

There are reported plant residues quantities produced, handling costs and generated impacts. For each of studied alternatives, there are analyzed technical, environmental and economical components into the environmental impact evaluation. The analysis leads floriculturist enterprizes about prevention, correction, mitigation, compensation, following and control measurements, concerning to carnation residues handling.

Carnation-producing industries generate 1 ton of plant residues on average each week per hectarea sown; they come from three sources or processes: Eradication, post-harvesting activities and crop tasks, being the first and the second one which produce 74% of residues. Technically, mechanized composting (wildcat) and biodigestion allow processing 100% of carnation residues. As an environmental point of view, both of them accomplish clean production and law criteria in use. About economics, both alternatives are feasible and generate benefits to carnation industries, as such as solid compost for mechanized composting process and liquid compost and biogas for biodigestion process.

* Trabajo de Grado.

** Escuela de Ingeniería Química, Especialización en Ingeniería Ambiental, Edgar Castillo

INTRODUCCIÓN

Uno de los residuos generados en mayor cantidad en la industria floricultora de clavel en la sabana de Bogotá son los residuos vegetales, provenientes fundamentalmente de las labores por el manejo del cultivo, la poscosecha y las erradicaciones.

Otros residuos vegetales de cultivos en la Sábana de Bogotá como rosa, pompon se les maneja de manera adecuada a través de tecnologías de compostaje no mecanizado ó se les incorpora al suelo como abono verde para los nuevos cultivos razón por la cual no fueron objeto de estudio en ésta monografía.

Diariamente se están generando residuos vegetales de clavel y en el transcurso de un año se pueden presentar picos de mínima y máxima generación dada por los períodos del ciclo del cultivo y que incluyen las erradicaciones.

Si bien los residuos vegetales pueden generar un beneficio al ser transformados mediante el compostaje su disposición y aprovechamiento no es tan fácil debido fundamentalmente a los altos volúmenes generados especialmente por las erradicaciones que requieren inversión en espacio, recursos físicos, humanos y económicos además del “mito” de no ser eliminado mediante ésta técnica el hongo limitante para la producción de clavel como *Fusarium oxysporum Fsp dianthi* y con ello que se exprese en los nuevos cultivos.

A pesar de que el compostaje se realiza la dificultad mencionada anteriormente aboca a retirar los residuos vegetales de clavel de las fincas productoras, cuyo destino final no es controlado produciéndose un impacto ambiental no

cuantificado, caracterizado y que no excluye la responsabilidad ambiental de las empresas.

Dificultad que pretende ser superada en el proceso de mejoramiento continuo del sector floricultor clavelero y que con el desarrollo de ésta monografía se puede aportar al aprovechamiento de los residuos vegetales de clavel ya que se enfoca en la búsqueda de alternativas técnicas, ambientales y económicas como la generación de biogás y compostaje mecanizado con énfasis en la tecnología Wildcat. Las cuales, se reseñan viables en la literatura para otro tipo de residuos.

1. OBJETIVOS, ALCANCES Y LIMITACIONES

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico sobre el manejo de los residuos de clavel generados en la industria floricultura colombiana y evaluar la factibilidad técnica, ambiental y económica de alternativas como compostaje y digestión anaerobia, para su aprovechamiento como compost y biogás.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una revisión teórica frente al tema de los residuos vegetales especialmente de clavel, su manejo actual y alternativas de manejo.
- Realizar un diagnóstico sobre cantidad de residuos vegetales de clavel generados en la industria floricultora colombiana, frecuencia de generación de los mismos y destinos actuales.
- Evaluar la disponibilidad de residuos vegetales de clavel como materias primas en procesos de aprovechamiento de los residuos como biogás, incluyendo los beneficios técnicos, ambientales y económicos de ésta alternativa.

- Evaluar técnica, ambiental y económicamente la disponibilidad de residuos vegetales de clavel como materias primas en procesos de aprovechamiento de los residuos como compostaje mecanizado con énfasis en la tecnología de WILDCAT.
- Identificar y valorar los impactos ambientales causados por el biogás y compostaje mecanizado con énfasis en la tecnología WILDCAT como alternativas de disposición final para los residuos de clavel.

1. 3. ALCANCES

La monografía se enmarca dentro de los objetivos planteados con los cuales, se permitirá ampliar el conocimiento sobre el tema de residuos vegetales de clavel a partir de los datos y la información recolectada, promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales, la adopción de tecnologías viables que permitan mejorar las relaciones productivas con el entorno natural y la comunidad.

1.4. LIMITACIONES

La monografía se encontró limitada por la información específica disponible sobre el aprovechamiento de los residuos vegetales de clavel a través de compostaje mecanizado y biogás. No involucra fases de laboratorio ó experimentación en campo y se desarrolla en la Sabana de Bogotá que es otro aspecto que limita la monografía en su cobertura dentro de la geografía nacional.

2. MARCO TEORICO

2.1. EL SECTOR FLORICULTOR EN COLOMBIA

La floricultura Colombiana se desarrolla a partir de la década de 1960, estableciéndose desde entonces como una actividad de rápido crecimiento. Se basa en un modelo de agricultura intensiva. En cuanto al empleo se caracteriza por ser la actividad agrícola con más mano de obra por hectárea y un elevado número de profesionales de diversas disciplinas. Colombia es el mayor exportador de flores de corte del mundo después de Holanda y logra que dos de cada tres flores que se venden en Estados Unidos sean Colombianas (ASOCOLFLORES et al, 2002).

2.2. EL CULTIVO DEL CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*)

La producción comercial de clavel se desarrollaba principalmente en Estados Unidos, Holanda y los países Mediterráneos, pero a partir de los años 70 y 80 esta se trasladó a las montañas tropicales pasando a ocupar un papel protagónico en Colombia y Kenia. (Pizano, M., 2000). Una panorámica del cultivo se puede observar en la foto No. 1.

El clavel y su variante el Mini-clavel han desempeñado un papel importante en la historia de la floricultura Colombiana. En la década de los setenta llegaron a constituir cerca del 60 % de participación en la oferta de flores Colombianas. Sin embargo, factores fitosanitarios (como la marchites del clavel- causada por *Fusarium oxysporum Fsp dianthi*), y sobreoferta del mercado llevaron a los floricultores Colombianos a diversificarse a otros cultivos. (Pizano, M., 2000).



Foto No. 1. Panorámica cultivo de clavel.

A diciembre de 2003 dentro de las 6016 Hectáreas cultivadas en flores bajo invernadero el clavel representa el 17% y el de Mini-clavel el 9%. La Tabla No. 1, presenta las principales flores de exportación de Colombia

Tabla No. 1. Hectáreas de flores cultivadas en Sabana de Bogotá (Colombia) y el porcentaje de participación de clavel.

Cultivo	Hectáreas	Porcentaje (%)
Crisantemo	120	2
Mini-clavel	540	9
Clavel (Standard)	1024	17
Rosa	1745	29
Otros	2587	43
Total Ha en Flores	6016	100

Fuente: ASOCOLFLORES, 2003.

2.3. Florverde® Y SU RELACIÓN CON EL MANEJO DE LOS RESIDUOS VEGETALES DE CLAVEL

Florverde® es una estrategia integral orientada a la optimización del uso de los recursos con proyección de largo plazo y dinámica permanente para mejorar la rentabilidad de las empresas del sector floricultor colombiano dentro de un concepto de desarrollo sostenible. (ASOCOLFLORES, 1998).

En 1996 ASOCOLFLORES creó Florverde®, el programa social y ambiental de la floricultura y en la tabla No. 2 se reporta para el 2004 el número de empresas de flores y el No. de Hectáreas que representan del área cultivada en Colombia.

Tabla No. 2: No. Empresas y Hectáreas de Flores pertenecientes a Florverde®

No. Fincas Participantes en Florverde®	No. Hectáreas empresas en Florverde®
177	2297.4

Fuente: Florverde® ASOCOLFLORES. 2004

Las personas y empresas vinculadas a Florverde® son responsables de velar constantemente por el uso óptimo de los recursos naturales, el mejoramiento de la competitividad, la protección y el mejoramiento del entorno ambiental y social. Cuyas tendencias más relevantes son la reducción y manejo adecuado de plaguicidas, tecnificar el uso del agua, optimizar la fertilización con uso sostenible del suelo, manejar integralmente los residuos, racionalizar el uso de la energía, impactar positivamente el paisaje y optimizar la administración del recurso humano. (ASOCOLFLORES, 2002).

Florverde® promueve desde sus inicios prácticas como el compostaje, la lombricultura ó la aplicación directa al suelo como alternativas ideales para el manejo de los desechos vegetales. También ha promovido la práctica de

recolección de lixiviados derivados de los procesos de compostaje, evitando que se infiltren al suelo y puedan ocasionar contaminación del mismo, por la cantidad de nutrientes y que se reflejan en su conductividad eléctrica. (ASOCOLFLORES, 2002). La tabla No. 3 muestra el número de empresas que procesan los desechos vegetales a partir de la creación de Florverde®

Tabla No. 3: Evolución a través del tiempo del No. de empresas de flores (en Florverde®) que procesan mediante compostaje (no mecanizado) sus desechos vegetales

Año	1997	1998	1999	2000	2001
No. Empresas	20	65	100	125	120

Fuente: Florverde®. ASOCOLFLORES. 2001

Para el año 2001 se nota una reducción y obedece a que algunas empresas vinculadas a Florverde® se desvincularon al programa por ajustes organizacionales.

En flores, se producen desechos vegetales como resultados de las labores diarias de cultivo- podas, desbotones, despuntes, cosecha- y como resultado de la renovación completa del cultivo, que según el ciclo propio de la flor cultivada, ocurre luego de distintos períodos de tiempo, muy variables entre sí. Por ejemplo, mientras el crisantemo tiene un ciclo de 14 a 16 semanas, el del clavel toma 24 meses y la rosa puede durar hasta 10 años. (Uribe, G. 1997).

Los volúmenes generados también dependen del tipo de flor cultivada y que se puede apreciar en la tabla No. 4.

Tabla No. 4 Volúmenes generados por la renovación de una hectárea de flores

TIPO DE FLOR	TONELADAS/ HECTAREA
CLAVEL	25
CRISANTEMO	9
ROSA	30

Fuente: Uribe, G. 1997.

Para el año 2003, de acuerdo con información suministrada por ASOCOLFLORES existen algunas propuestas de investigación para evaluar opciones que conduzcan a resolver la problemática que ocasionan los residuos vegetales de clavel como son:

- Utilización del clavel estándar en la producción de novillos para carne raza normando.
- Evaluación de efectos de enzimas microbianas y ácidos orgánicos de la degradación de plaguicidas de los residuos sólidos del clavel en la ceba de Bovinos.
- Evaluación de la aplicación de residuos frescos, compost. y lombricultura de las flores.
- Evaluación de la utilización de clavel en el levante de novillas y sus posibles efectos de residualidad en la lactancia posterior.
- Aprovechamiento de residuos vegetales de clavel como biogás.
- Consumo de los residuos de clavel en ovejas.

De las cuales al terminar el año 2004 se encontraba terminada la de Consumo de los residuos de clavel en ovejas y en desarrollo como parte de la presente monografía : Aprovechamiento de residuos vegetales de clavel como biogás.

2.4. RESIDUOS AGROPECUARIOS COMO FUENTE DE BIOMASA

Los residuos considerados como biomasa se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Forestales ó naturales: Derivados de la industria de la madera, de las operaciones silviculturales, leña propiamente dicha. Obsérvese en la foto No. 2



Foto No. 2. Panorámica de fuente de biomasa forestal

- Agroindustriales: Combustibles sólidos derivados de las operaciones de transformación y procesamiento de materias primas agrícolas como bagazo, cascarilla de arroz entre otras. Obsérvese en la foto No.3.



Foto No. 3. Cultivo fuente de biomasa

Los residuos de biomasa son los materiales de carácter orgánico generados en los procesos industriales, diferentes al producto para el cual fue diseñado el proceso principal. Obsérvese en la foto No. 4.



Foto No. 4. Residuos orgánicos fuentes de biomasa.

Los residuos de biomasa ejercen un gran efecto sobre el entorno, puesto que generalmente se disponen de forma inadecuada, generando serios problemas ambientales, ya que como cualquier elemento más del suelo, los contaminantes se incorporan a los procesos físico-químicos naturales alterando las características y propiedades originales del mismo. El potencial de éste tipo de residuos como subproductos para otros procesos industriales es altísimo, lo cual ha llevado al desarrollo de estrategias de producción más limpia como la simbiosis industrial, prácticamente imitando los flujos de nutrientes entre los diversos organismos en los ecosistemas naturales. (UIS, et al, 1999).

De una muestra en estudio por la UIS et al en 1999, los residuos de biomasa generados en forma intensiva, en forma descendente, son los siguientes:

- Azúcar por ambición, clarificación por centrífuga, evaporación multiefecto y cristalización discontinua, en una relación de 1,8 toneladas/tonelada de azúcar producida.

- Evaporación de aceite vegetal por prensado con centrifugación, en una relación de 1,6 toneladas/tonelada de aceite extraído.

- Producción continúa de pulpa de frutas, en una relación de 0,79 tonelada/tonelada de pulpa producida.

Otras actividades que también presentan altos residuos de biomasa son matanza de ganado mayor con elevación mecánica, procesamiento de sangre sin limpieza de vísceras y sin refrigeración, producción de harina de maíz con precocido en columna, producción de madera aserrada, producción de jugo de frutas y producción de panela en bloque con prelimpiadores, cámara ward y pailas evaporadoras aleteadas. Los residuos de biomasa de origen animal, son una fuente de insumos para la producción de alimentos para animales y ocasionalmente para alimentos de consumo humano.

De una muestra en estudio por la UIS et al en 1999 los sectores que se consideran como los más intensivos en generación de residuos de biomasa son:

- Azúcar

- Extracto de aceite

- Harinas

- Jugo de frutas

- Conservación de frutas

- Panela

- Maderas

2.5. LEGISLACIÓN APLICABLE PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

En el año de 1973, con la aprobación del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente, se dio inicio a la gestión ambiental en el país en cabeza del INDERENA. Posteriormente, con el código Sanitario Nacional aprobado en 1979, se establecieron los lineamientos generales en materia de regulación de la calidad del agua y el aire, así como en el manejo de los residuos sólidos y luego la Ley 99 de 1993, crea el Sistema Nacional Ambiental y el Ministerio del Medio Ambiente que permite la puesta en marcha de los principios generales ambientales.

La legislación ambiental aplicable al sector floricultor en cuanto al manejo de residuos sólidos vegetales está enmarcada en tres grandes bloques normativos como son:

- La constitución política Nacional, que se constituye en el marco legal superior que recoge gran parte de los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente
- Las leyes del Congreso de la República y los Decretos Ley del Gobierno Nacional, que constituyen las normas básicas y políticas a partir de las cuales se desarrolla la reglamentación específica
- Los trámites ante las autoridades ambientales competentes, donde se pretende regular y establecer requerimientos específicos para la ejecución de proyectos ambientales

De otra parte las autoridades de salud como el Ministerio de Salud y fitosanitarias como el ICA también pueden establecer normas de saneamiento básico y sanitarias para el manejo de los residuos agrícolas.

La Tabla No 5 y el anexo No. 1 presentan el resumen de la normatividad ambiental aplicable en Colombia para el manejo y disposición final de residuos sólidos y especialmente de los vegetales.

Tabla No.5. Resumen de la normatividad aplicable en Colombia para Residuos sólidos vegetales

NORMA			FECHA	ENTE EMISOR	NOMBRE / DESCRIPCION	ARTICULO
Ley	Decreto	Acuerdo				
	2811		18 de diciembre de 1974	PDR	Código Nacional de recursos naturales renovables y protección al medio ambiente	34-38
		10	Abril de 1995	Consejo Municipal de Madrid	Prohibición del uso de desechos vegetales de flores para el consumo de animales	
9			1979		Código Sanitario Nacional: Prohibición de realizar quemas al aire libre	34
	1713		6 de agosto de 2002	Presidencia	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.	

2.6. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS ORGANICOS

Las actuales condiciones de desarrollo, las reglamentaciones sanitarias, la política ambientalista y la exigencia de adoptar tecnologías y procesos sostenibles, al igual que la necesidad de diseñar procesos de producción “limpios” exigen al productor agropecuario actual y entre ellos los de flores asumir con responsabilidad el reto de atender también los residuos de producción. (Uribe, G, 1997).

De acuerdo con Bernal, 2002, existen muchos procesos para convertir la biomasa –residuos orgánicos ó plantaciones vegetales- en energía útil o en un tipo de combustible. Pero la tecnología para el aprovechamiento de éstos recursos en la generación de electricidad tiene sólo dos variantes; A través de procesos termoquímicos o mediante procesos biológicos.

Los métodos termoquímicos son:

- La combustión: Es la oxidación completa de la biomasa por el oxígeno del aire, libera simplemente agua y gas carbónico. Puede servir para la calefacción doméstica y para la producción de calor industrial.

- La pirolisis: Es la combustión incompleta de la biomasa en ausencia de oxígeno a unos 500 grados centígrados. Se utiliza desde hace mucho tiempo para producir carbón vegetal. También libera un gas pobre, mezcla de monóxido y dióxido de carbono, de hidrógeno y de hidrocarburos ligeros utilizado para accionar motores diesel, para producir electricidad o mover vehículos.

Los métodos biológicos son:

- La fermentación alcohólica: Es una técnica empleada que permite obtener alcohol etílico prácticamente anhídrido a partir de azúcares, almidón y celulosa. Cuando el alcohol es puro o mezclado con gasolina, el carburante recibe el nombre de gasohol.

- La fermentación metánica: Es la digestión anaerobia de la biomasa por bacterias. En los fermentadores, o digestores, la celulosa es esencialmente la sustancia que se degrada en un gas que contiene alrededor del 60% de metano y 40% de gas carbónico, principalmente.

Un digestor es un sistema de tratamiento primario anaerobio que consiste en retener por un determinado período de tiempo los desechos orgánicos en un tanque cerrado para que se efectúe la fermentación del material, produciendo de esta manera gas natural y un efluente de fácil disposición en el entorno. Se puede construir de metal o cemento y debe estar herméticamente cerrado.

La digestión anaerobia puede ser húmeda ó seca con la desventaja en la primera de requerirse normalmente altos consumos de agua para el buen funcionamiento de los digestores. En la segunda el agua residual que se genera se recicla dentro del sistema evitando procesos de deshidratación y postratamiento de filtrado entre otros. (Giraldo, E, 1994).

Las otras alternativas biológicas no energéticas para descomponer y aprovechar la biomasa es la lombricultura en la que se usa la lombriz roja californiana (***Eisenia foetida***) para la degradación de la materia orgánica y la compostación aerobia en la cual, la estabilización de la materia orgánica- celulosa, hemicelulosa principalmente- procede adicionando oxígeno durante el proceso. También puede ser anaeróbica. Ambas alternativas generan un bio-insumo utilizado como fertilizante de praderas y cultivos. (Giraldo, E, 1994).

2.6.1. Compostaje de residuos orgánicos:

El compostaje se define como la descomposición biológica oxidativa de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho que se produce en condiciones controladas sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido. El proceso transcurre a través de una etapa termofílica que conduce a la producción de dióxido de carbono, agua, productos minerales y materia orgánica estabilizada con contenidos variables de sustancias húmicas. La energía producida por la descomposición aumenta considerablemente la temperatura de la masa de desechos por lo cual se pueden destruir organismos patógenos.

El compost es el producto estabilizado e higienizado obtenido del compostaje de materia fresca, que está sometido todavía al proceso de humificación y que muestra características benéficas para la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas. (Valenzuela, M. 2001)

El compostaje es una práctica que se conoce desde las épocas precolombinas y ha sido adoptada por las culturas europeas y norteamericanas desde mediados del siglo XVII. Este como la lombricultura es ante todo un proceso natural basado en el desarrollo de cadenas bióticas y que operan como ecosistemas libres donde las especies microbiológicas y las especies menores (invertebrados) conviven y se complementan. Generando y favoreciendo el reciclaje (transformación) de la materia orgánica. (Giraldo, E, 1997).

Dentro del ámbito de la política internacional sobre protección del medio ambiente es considerado como una de las prácticas de mayor aceptación para el tratamiento de origen orgánico. De igual forma y en el contexto de la agricultura sostenible, el producto resultante ó compost se reconoce como el más económico y el segundo mejor (después del humus) de los fertilizantes orgánicos conocidos. (Giraldo, E, 1997).

El compostaje es utilizado en el reciclaje de los desechos sólidos domésticos (material biodegradable). Asumiendo que los aspectos de costos y comercialización son examinados, no puede haber sino buenas razones como el mejoramiento en la calidad (física y química) del suelo para usar la compostación, además por su potencial ya que la demanda anual de compost en Colombia se estima en 380000 Ton, de la que sólo se satisface el 1%. (Moreno, C., 2000).

Los parámetros a tener en cuenta de acuerdo con Valenzuela, M. 2001, Casas, W. 2003 y Bendeck, M. 2004, para un buen proceso de compostaje son:

- Tamaño de partículas: Debe ser preferible menor a 5 cm. ya que aumenta la velocidad de las reacciones bioquímicas. . Esto sucede ya que la aireación se intensifica y el área superficial aumenta haciendo los materiales más susceptibles al ataque microbial.

- Relación Carbono / Nitrógeno (C/N): En su punto óptimo debe ser 25/45. Con relaciones más bajas se produce amoníaco y se limita la actividad microbiana. Con relaciones más altas el N puede ser un elemento limitante.

- Contenido de humedad: En condiciones óptimas debe ir del 50 al 60% (peso agua/peso total del residuo). Este parámetro está íntimamente relacionado con la aireación. Si la humedad es muy baja, se produce el secado demasiado rápido de la pila, lo que detiene la actividad microbiológica con retraso del proceso conduciendo a un producto físicamente estable pero biológicamente inestable. Si la humedad es muy elevada, la aireación resulta disminuida por reemplazo del oxígeno por agua en los espacios libres de la pila, se presenta liberación de amoniaco y se producen malos olores

- Temperatura: La elevación de la temperatura es consecuencia de la actividad biológica. En los primeros días va de 50 a 55 grados centígrados y para el resto del período debe aumentar fundamentalmente para el control de fitopatógenos y

puede subir hasta valores aproximados de 80°C dependiendo del grado de picado y madurez de los desechos utilizados como materia prima.

- pH: Este debe estar entre 7 – 7.5 para evitar la pérdida de N en forma de gas amonio.

Las bacterias prefieren un medio casi neutro, mientras que los hongos se desarrollan mejor en medios ligeramente ácidos. El pH de una pila de compost, una vez que ha sido preparada es difícilmente cambiabile. Generalmente el pH suele descender al inicio del compostaje, debido a la producción de ácidos orgánicos de cadena corta a partir de estructuras carbonadas más complejas, los cuales desaparecen posteriormente.

Otros parámetros que influyen en un buen proceso de compostaje están asociados a:

- Tamaño de pilas, las cuales preferiblemente de 1.5 mts de ancho X 1.5 mts de alto y el largo que se desee. No deben ser en altura superiores a 2 metros para facilitar los volteos mecánicos ó manuales.

- Aireación: La aireación contribuye a que el material se descomponga sin podrirse. El consumo de oxígeno está en relación directa con la actividad microbiana, el ascenso de la temperatura, el tamaño de las partículas, la composición de los materiales y el grado de volteo. Por esta razón la aireación debe incrementarse mediante volteos cuando la temperatura de la masa aumenta.

. El programa de volteos se basa en la temperatura, el grado de humedad y concentración de oxígeno. Cuando hay una inadecuada aireación la pila se torna verdosa y se desprende un olor desagradable por la emisión de gases que pueden ser peligrosos. El número y la periodicidad de los volteos dependerán de las condiciones del proceso en cada empresa que en promedio se pueden suceder 6 volteos durante el proceso espaciados desde 8 a 15 y 30 días.

- Capacidad de intercambio catiónico

- Componentes potencialmente tóxicos: Metales pesados y residuos de plaguicidas

La duración del proceso de compostaje depende del tipo de desecho y de las condiciones de manejo que se tengan en cada empresa y puede oscilar entre 6 y 20 semanas aproximadamente. Es importante anotar que a mayor duración del proceso existe más riesgo de contaminación del material con patógenos como chizas, sinfílidos, colémbolos, etc. y mayor pérdida de nutrientes por lavado. Además aumentan los costos de producción del compost.

2.6.2. Lombricultura de residuos orgánicos:

La lombricultura es el cultivo de la lombriz, enfocado a la producción de humus, abono orgánico de excelente calidad, que no puede reemplazar sino que complementa la acción del compost.

En condiciones ideales la lombriz puede llegar a comer en un día el 100% de su peso, excretando en forma de humus del 30 al 40% (peso de materia seca). Este humus es el resultado de todos los procesos químicos y biológicos sufridos por el material que consume y está compuesto principalmente por Carbono, Oxígeno y Nitrógeno y gran cantidad de macro y micro elementos. Sus condiciones químicas y microbiológicas lo hacen un abono de excelentes características que permite un mejor desarrollo de las plantas y devuelve a la tierra el equilibrio ecológico perdido, convirtiéndose en la mejor alternativa para la recuperación, renovación y desintoxicación de suelos agotados por el laboreo y uso excesivo de químicos.

Frente a otras tecnologías de manejo de desechos, la lombricultura ofrece las mayores ventajas por los siguientes motivos:

- Se puede manejar en espacios reducidos.
- Es un proceso rápido.
- Elimina inconvenientes desagradables como el olor y las moscas.
- Es de fácil gestión.
- Es un proceso que no produce al final ningún posterior desecho en cuanto el 100% del material suministrado a las lombrices es transformado por éstas en producto útil. (Valenzuela, M. 2001)

2.6.3. Fermentación metánica ó digestión anaerobia a partir de Biomasa:

Es el proceso bioquímico desarrollado por la acción de microorganismos sobre la materia orgánica en ausencia de aire. Es una técnica de gran interés para los países en vías de desarrollo porque con la capacidad energética del metano de 37 MJ/ m ó más se puede usar como fuente de combustible. El proceso puede ser mejorado sí se remueve la fracción de bióxido de carbono que se genera, obteniéndose el denominado gas natural sustituto ó sintético. (Bernal, O., 2002).

De 1 tonelada de material orgánico se pueden obtener entre 200 y 400 metros cúbicos de biogás, más 600 a 800 kilogramos de residuos orgánicos que pueden ser utilizados como abono por su contenido de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) (Carvajal, H., 2002).

Giraldo, E. En 1994 reporta sobre los siguientes supuestos un ejemplo de cálculo de la producción de gas a partir de una tonelada de residuos de flor.

- Contenido de humedad = 55%
- Biodegradabilidad = 70%
- Contenido de cenizas = 5%
- Porcentaje de sólidos volátiles = 93%
- Fórmula molecular de los residuos = $C_6.6H_{25}O_{9.9}N_{1.0}$
- Temperatura = 15 ° C
- Presión atmosférica = 0.76 atmósferas
- Capacidad energética del biogás = 5.17 Kwh. /metro cúbico de biogás

Con los cuales establece la potencialidad de recuperación de energía en forma de metano que resulta ser de 672 metros cúbicos de metano por tonelada de residuos vegetales destruidos y que en términos económicos representaría \$ 120.000 / tonelada de residuo. Igualmente la composición del gas es de 52% de metano y 48% de dióxido de carbono. Un análisis completo afirma Giraldo, E. En 1994, deberá incluir otros costos (recolección del material y costos de amortización), no obstante la experiencia ha demostrado que para residuos sólidos es usualmente económicamente viable la recuperación de energía en forma de metano.

La digestión anaerobia puede ocurrir a temperaturas en el rango mesofílico (35 grados centígrados) o en el rango termofílico (55 grados centígrados). La temperatura tiene influencia en la tasa de hidrólisis y en general en todas las actividades microbiológicas del sistema. Usualmente las velocidades de reacción son tres y cuatro veces mayores en el rango termofílico; pero se tiene la

desventaja de necesitar un mayor consumo de energía para mantener la temperatura a se nivel. Una ventaja adicional del proceso termofílico es su acción sobre los patógenos, ya que la mayoría no sobreviven a éstas condiciones. La decisión final esta basada en un análisis económico en el cual se compara la reducción de los tamaños de los digestores debido a las mayores tasas de reacción y los costos incrementales de operación generados por el calentamiento. (Giraldo, E. En 1994).

De acuerdo con (Giraldo, E. En 1994), existen numerosos estudios sobre la sobre vivencia de patógenos durante la digestión anaerobia con bajo contenido de sólidos, sin embargo con altos contenidos son escasos.

En el caso de la industria de flores es de especial interés el efecto plaguicida que se logre sobre los hongos esporulantes. Un estudio de Engeli et al citado por Giraldo, E. en 1994, muestra que la capacidad infectiva del hongo ***Plasmodiophora brassicae*** a temperaturas entre 35 y 55 grados centígrados y tiempos de retención de una a dos semanas reducía casi por completo la capacidad infectiva del hongo. Sin embargo, ésta área necesita investigarse en más detalle con respecto a las condiciones locales en Colombia, en lo que se refiere a tipo de patógenos.

Microbiológicamente el proceso de la digestión anaerobia ocurre en etapas, algunas en secuencia y otras en paralelo.

La primera etapa en la degradación de la materia orgánica se denomina hidrólisis. En ésta ocurre la solubilización de los polímeros orgánicos (carbohidratos, proteínas, grasas, etc.)

Una segunda etapa es la fermentación de los productos solubilizados. Como subproducto de la fermentación se obtienen ácidos grasos volátiles, alcoholes, hidrógeno molecular y dióxido de carbono. La estequiometría exacta de ésta

fermentación depende del sustrato utilizado, el tipo de bacterias que predominen en el reactor y las condiciones medioambientales tales como el pH, la concentración de hidrógeno molecular y ácidos volátiles.

La tercera etapa es la denominada acetanogénesis, en la cual, todos los subproductos de la fermentación diferentes al ácido acético y al hidrógeno son convertidos a acetato e hidrógeno.

La etapa final en todo proceso es la metanogénesis, en la cual el acetato se convierte a metano y dióxido de carbono es reducido por el hidrógeno para formar nuevamente metano.

En la figura No. 1 Se puede ver una descripción esquemática de la digestión anaerobia.

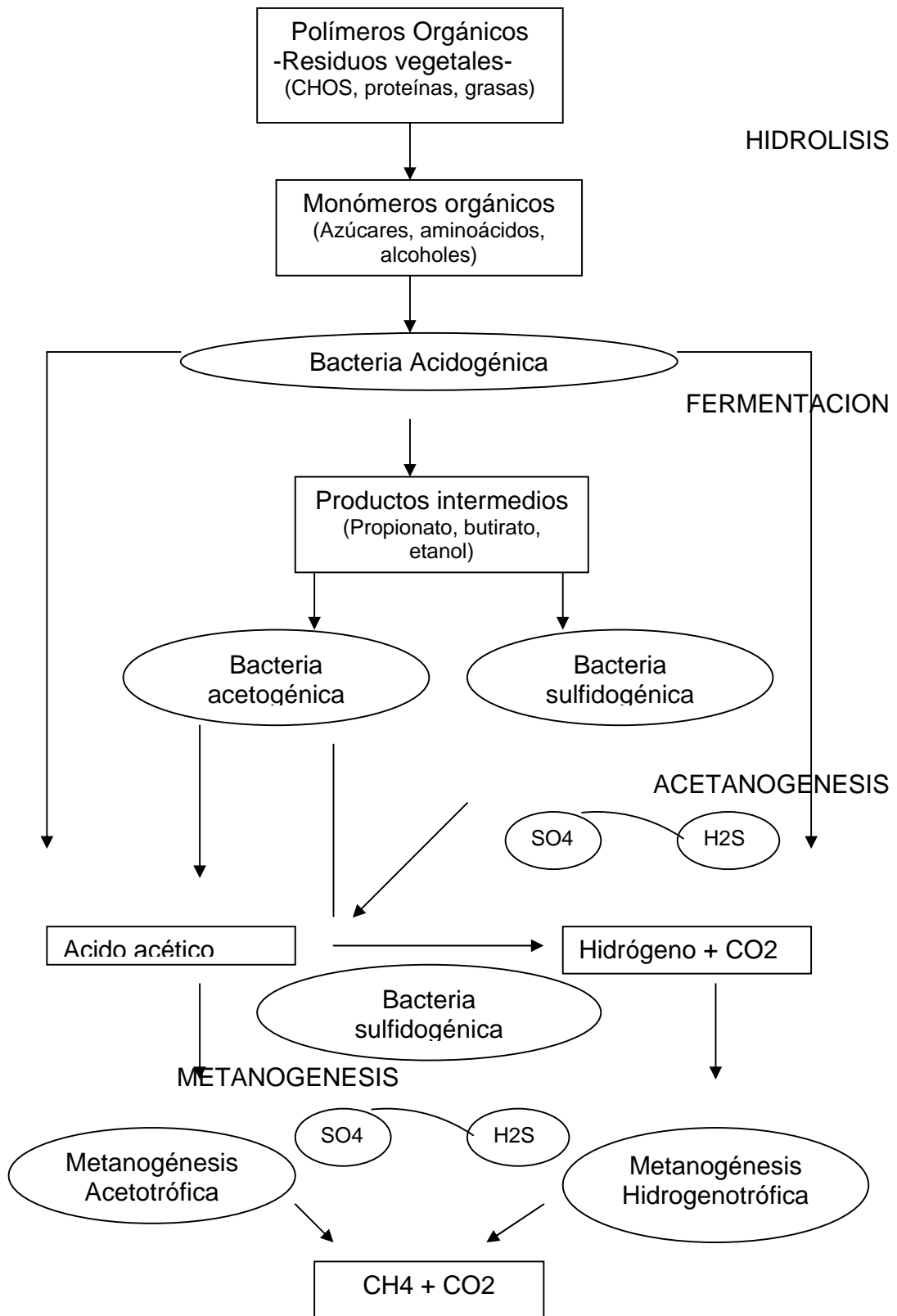


Figura No. 1 Descripción esquemática de la digestión anaerobia
Fuente: (Giraldo, E. En 1994).

2.6.4. Casos explorados y/o desarrollados en el aprovechamiento de residuos orgánicos agropecuarios

2.6.4.1. En compostaje:

Casas, W., en 2003, hace referencia a casos exitosos en la descomposición de estiércol de animales (ovejas, caballos, vacas, conejos y cerdos), residuos de cosecha agrícola (cacao, pulpa de café, bagazo de caña, tamo de arroz y capacho de maíz) y otros residuos orgánicos (papel, cartón, desechos de comida, aserrín).

Para el caso del sector porcícola, la cooperativa de poricultores de Antioquia (COOPORCICOLA, 1992) encontraron que de 133 explotaciones el 87% utilizan las excretas diluidas como abonos de potreros y sólo el 0.75% realizan una compostación previa.

En flores, de acuerdo con Uribe, G. 1997, producto del esfuerzo individual del autor y de una empresa floricultora de la Sabana de Bogotá se dio en 1986 inicio al programa de investigación tendiente a transformar los residuos vegetales mediante la crianza de lombrices que concluyo con su divulgación hacia 1989 y con la adopción por algunos de la tecnología. Hacia 1995 surge la primera empresa dedicada exclusivamente a la recolección, transformación y manejo de los residuos vegetales de flores constituyéndose en la alternativa disponible para dar solución a la problemática generada.

En 1999, a través de ASOCOLFLORES se publica el estudio de caso de una finca productora de clavel miniatura que aplica exitosamente prácticas de manejo biológico-orgánico del suelo aplicando la siguiente metodología: Posterior a las presiembras incorporan con paleadora de 1000 Kg. /cama de material verde-

residuos de mini clavel- (previamente picado), posteriormente realizan aplicaciones de biopreparados biológicos con base en *Trichoderma* spp y finalmente siembran. Tras la cual, reportan ventajas económicas, fitosanitarias, agronómicas y ambientales.

Como éstos son muchos más los casos desarrollados, especialmente en cultivos de pompon y rosa, sólo que no son publicados.

2.6.4.2. En energía y/o combustible:

Cárdenas, G., 1994 reporta la utilización del biogás como combustible para motores de combustión interna. El cual, es generado en la planta de tratamiento de aguas residuales de Bucaramanga y cuyo poder calorífico resulto ser en uno de los ensayos de 745 BTU / Pie.

En el sector porcícola el grupo de investigadores del departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad del Valle y el Dr. Lettinga de la Universidad Agrícola de Wageningen (Holanda), comenzaron a realizar estudios a escala de laboratorio sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante reactores UASB y el biogás utilizarlo como energía. Pese a éstos, los trabajos en campo no dieron los resultados esperados y al poco tiempo las plantas piloto fueron abandonadas. En 1989, estas mismas instituciones y científicos internacionales concluyeron que el fracaso inicial de los sistemas de tratamiento anaeróbico UASB, se debió a fallas en el manejo de la tecnología (seguimiento, evaluación, disponibilidad de análisis bioquímicos) y no por la tecnología en sí misma.

A nivel de pequeños productores, el grupo del CIPAV, han desarrollado trabajos en granjas integrales y los desechos animales y humanos son tratados anaeróbicamente con sistemas "on site", con la finalidad de utilizar el biogás

generado como fuente de energía alterna. En trabajos similares el ICA en 1984 diseñó e implementó en el C.I. Turipaná (Montería), una granja integral en donde los desechos animales (estiércol de cerdos) fueron tratados con fermentadores “on site” y el biogás generado se utilizaba para cocinar, para dar calefacción a las hembras en producción, funcionamiento de cortadoras de pasto, entre otros usos.

El uso de un digestor anaeróbico en las granjas porcícolas tendría las siguientes ventajas:

- El volumen de los residuos se reduciría entre un 2 - 5% y quedarían completamente estabilizados
- El residuo conserva el 100% de los nutrientes y puede ser utilizado como fertilizante
- Elimina semillas nocivas y algunos agentes patógenos
- El residuo es casi inodoro, no atrae roedores ni moscas
- El residuo puede ser fácilmente deshidratado
- El metano generado se puede utilizar como energía (térmica ó eléctrica) y el dióxido de carbono en diferentes aplicaciones industriales

Considerando una eficiencia del 20% en el sistema que queme el gas metano, la producción de energía eléctrica en Kwh./día/animal sería 0.94 para el ganado de engorde, 1.77 para el ganado lechero y 1.97 por vientre en el caso de los puercos. Esto indica, que el estiércol producido por un novillo de engorde en un día, produciría energía suficiente para mantener aproximadamente 10 focos de 100 Watts encendidos durante una hora ó un foco de 100 Watts por 10 horas (Bernal, J. 2002).

Para el transporte y funcionamiento de maquinaria con combustibles menos contaminantes se reportan potencialmente varios casos. Para el 2003, la Universidad Nacional y la Universidad de Antioquia sacan un primer informe positivo sobre el proceso de obtención de biodiesel a partir de aceite de palma y es un proyecto que continua en desarrollo. Lo que complementa a Carvajal, H., 2002 que consigna que otra posibilidad de obtención de aceites energéticos se da a partir de granos como el maíz, el girasol y de las palmas africana y cocotera.

La caña de azúcar es uno de los cultivos más ventajosos como energético por su productividad, además del bagazo y la hojarasca. La obtención de etanol a partir del azúcar, puede producir entre 3000 y 8000 litros anuales por hectárea con la ventaja de que éste no produce los residuos peligrosos contaminantes de los hidrocarburos y ser menos volátil que la gasolina. Sin embargo, dado el enorme volumen de hidrocarburos que se utiliza en el transporte no sería posible sino atender una fracción de la demanda por la no disponibilidad de suficientes tierras y cultivos con éste propósito (Carvajal, H., 2002).

La siguiente es una lista reportada por UIS, et al 1999 de las 5 actividades industriales que registran los consumos más altos de biomasa:

- Tecnología para producción de pulpa química al sulfato "Kraft" blanqueada con sistema de recuperación química.
- Tecnología para producción de pulpa química al sulfato sin blanquear con sistema de recuperación química
- Tecnología para la producción de panela en bloque con prelimpiadores, cámara ward y pailas evaporadoras aleteadas.
- Tecnología para la producción de azúcar cruda por inhibición, clarificación por centrífuga, evaporación multiefecto y cristalización discontinua

- Tecnología para la producción de panela en bloque con prelimpiadores, cámara tradicional y pailas evaporadoras redondas.

En todas éstas actividades es común la utilización de fuentes energéticas renovables como son los subproductos de biomasa de origen vegetal.

2.6.4.3. Demanda y perspectivas del empleo de biomasa como energía

Con eficiencias bajas, esta es una de las formas de energía alternativas más interesantes y de mayores posibilidades dada su gran diversidad. Igualmente, es el mayor recurso energético de las poblaciones subdesarrolladas y es el cuarto recurso energético más importante después del petróleo, carbón y gas natural. De otro lado, se comienza a hacer uso de la biomasa como recolector del bióxido de carbono de la atmósfera, como medio de reducir su efecto invernadero sin embargo, cada caso debe estudiarse en particular. Dado el carácter agrícola y pecuario de Colombia, además del consumo alto de alimentos, se cuenta con una alta producción de desechos agropecuarios y de basuras urbanas, que podrían ser utilizados para la obtención económica de energía útil, haciendo uso de las tecnologías disponibles, principalmente a través de la producción de biogás. (Carvajal, H. 2002).

2.7. METODOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SUS IMPACTOS

Cada vez que se emprende un proyecto o propuesta de inversión se debe ser conciente de sus efectos externos que sobre el ámbito geográfico próximo determina cambios irreversibles sobre suelo, agua, fauna, flora y también sobre las organizaciones sociales.

Se busca entonces prever, mitigar o controlar esos efectos nocivos que afectan las condiciones de vida de la población presente y futura al depredar los bienes ambientales

Cualquiera de las formas de evaluación pueden ser utilizadas como puntos de partida para lograr la identificación y valoración en la medida de lo posible, de los efectos positivos o negativos que se desprenden de un proyecto sobre el medio ambiente (Miranda, J., 2001).

Una evaluación de impacto ambiental es un estudio sistemático del impacto ambiental producido por las actividades de la empresa en su entorno ambiental, tanto de manera directa como indirecta y elaboración de un registro de los impactos más significativos (UIS, 2003).

Actualmente se cuenta con una gran cantidad de técnicas para desarrollar análisis de impactos ambientales, de las cuales se puede decir que algunas han sido diseñadas específicamente para cumplir este objetivo y otras han sido adoptadas como técnicas auxiliares. En general, las principales funciones que se persiguen con las técnicas de análisis son identificación, la medición, la interpretación y la comunicación de los impactos, y como ninguna de ellas reúne satisfactoriamente las tres características. Con frecuencia se hace necesario complementarlas o combinarlas con otras (Pedraza, et al, 2003).

La clasificación de métodos que ha sido más ampliamente aceptada, es la que hizo Warner en 1973 y Warner and Bromley en 1974 y pueden ser agrupado en cinco clases:

- Procedimientos ad hoc: Integra un grupo de especialistas con diferentes disciplinas para identificar impactos en sus áreas de especialidad, por ejemplo; flora, fauna, lagos, bosques, etc.

- Superposición de mapas: La técnica se basa en el uso de una serie de mapas transparentes que se pueden superponer para producir una caracterización compuesta del ambiente regional. Los mapas describen factores ambientales o característicos del suelo. El enfoque es generalmente efectivo para seleccionar alternativas e identificar cierto tipo de impactos pero; sin embargo, no puede usarse para cuantificar impactos o identificar interacciones secundarias o terciarias.

- Listas de chequeo: A partir de una lista maestra de factores ambientales o impactos, los analistas seleccionan y evalúan aquellos impactos esperados para la alternativa particular considerada.

- Redes ó “árbol de impacto”: Introduce una secuencia de causa y efecto calificando al impacto como primario, secundario o terciario, y posibilita la evaluación del impacto acumulado, siempre y cuando se tome en consideración el grado de importancia y dimensión de la probabilidad de ocurrencia del impacto.

El método trata de evaluar los efectos sobre el ambiente mediante unidades “mensurables”. Divide el ambiente en cuatro categorías principales: Ecología, contaminación, factores estéticos, ambiente humano. Sin embargo, su dificultad radica en que es difícil individualizar indicadores de calidad ambiental, que puedan ser medidos objetivamente, por lo tanto, a pesar de ser la técnica más avanzada este enfoque es problemático y poco práctico.

- Matrices de correlación: Se consideran como listas de control bidimensionales; en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.) mientras que en la otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Las diferencias entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especificidad

de las listas de control, así como el sistema de evaluación del impacto individualizado. Con respecto a la evaluación, ésta varía desde una simple individualización del impacto (marcada por un asterisco, guión, etc.) hasta una evaluación cualitativa (bueno, moderado, etc.) o una evaluación numérica, la cual puede ser relativa o absoluta.

Con una matriz de relevancia ambiental se logra una vista general de los comportamientos ambientales con los que se encuentran relacionados los procesos o unidades de una empresa ó sector productivo. Las matrices de relevancia ambiental significativa y los criterios para catalogar los impactos como tal, son los elementos en los cuales más discusión ha generado para implementar un Sistema de Gestión Ambiental. Aunque la ISO 14004 trae una aclaración sobre el tema, aún generan confusión aspectos de cómo clasificar los impactos ambientales, el grado de detalle para su análisis y los criterios de priorización. (Márquez, R., 2001).

La norma ISO 140001 y autoridades ambientales sólo exigen que se identifiquen los aspectos ambientales y para los significativos se tengan en cuenta al definir los objetivos y metas pero no se determina como (Márquez, R., 2001).

La norma ISO 14004, consigna entre los aspectos ambientales de entrada de un proceso las materias primas, el uso de combustible, la electricidad, el agua y en la salida del mismo las emisiones, el ruido, los vertimientos y los residuos con sus respectivos impactos sobre el ambiente, pero no se especifica como evaluarlos.

Algunas organizaciones desarrollan complejas matrices para evaluar los cuatro aspectos y se desarrollan algoritmos matemáticos para definir su relevancia. Sin embargo, siempre van a existir elementos subjetivos en la definición de escalas de relevancia y el tratar de llevarlos a escalas cuantitativas pueden traerse inconvenientes.

Una de las matrices más sencillas consiste en elaborar un cuadro de doble entrada en cuyas filas se colocan los factores ambientales susceptibles de recibir impacto y en las columnas figuran las acciones impactantes, es decir, las actividades que puedan producir alteraciones en el medio. (ASOCOLFLORES, et al, 2002).

Para cada una de las celdas de la matriz se realiza la valoración de la importancia del impacto, para la cual se deben tener en cuenta los criterios registrados en la tabla No. 6.

Tabla No.6. Criterios utilizados en valoración de impactos ambientales, método de matrices

Tipo de impacto y/o efecto	Negativo (-)		Positivo (+)		
	Magnitud	Muy baja (1)	Baja (2)	Media (5)	Alta (7)
Área de influencia	Puntual (1)	Parcial (2)	Extenso (3)	Total (4)	Crítico (5)
Persistencia	Fugaz(1)	Temporal (3)	Pertinaz (4)	Permanente (5)	
Medidas correctivas	De manera inmediata (1)	A mediano plazo (3)		Mitigable(4)	Irrecuperable (5)
Importancia del impacto	Baja(igual a 4)	Media baja (entre 5 y 8)	Media (entre 9 y 12)	Media alta (entre 13 y 16)	Alta (entre 17 y 87)

Nota: Los números en paréntesis indican valores asignados y reconocidos universalmente

Fuente: ASOCOLFLORES et al, 2002.

Entre los diferentes métodos cualitativos utilizados para la evaluación de los aspectos e impactos ambientales consignados en la ISO 14004 esta el método ABC desarrollado por el Institute for Ecological Economy of Berlín. Su análisis y resultados están determinados por los valores y las ideas de la organización, lo cual es una gran ventaja ya que criterios cuantitativos como el balance ecológico o el volumen crítico no han sido desarrollados en el medio Colombiano (Márquez, R., 2001).

En el método ABC la evaluación de la relevancia se hace sin tener en cuenta si el aspecto tiene un equipo para su control o no, por tanto, si un proceso es altamente contaminante del agua, no importa que la empresa cuente con un sistema de tratamiento de aguas residuales, su impacto es significativo en el ambiente. Lo cual, implica que el Sistema de Gestión Ambiental garantice su control. (Márquez, R, 2001).

Entre los criterios de evaluación de impactos significativos o no pueden ser la escala del impacto, la severidad, la probabilidad de ocurrencia y la duración del impacto. Conllevando un gran componente técnico pero el análisis de las acciones de la organización, sector o empresa tiene en cuenta para disminuir el impacto ambiental involucra otros criterios como son el cumplimiento legal, la situación económica, las partes interesadas (comunidad, autoridades ambientales, clientes, etc.), la disponibilidad técnica y la rentabilidad económica. En la tabla No.7 se presenta el esquema de valoración según el método ABC.

Tabla No. 7. Esquema de valoración según el método ABC.

RECURSOS	CANTIDAD	IMPACTO	ARGUMENTACION
ENTRADAS			
Materias primas e insumos	XXX	A, B ó C	XXX
Combustible	XXX	A, B ó C	XXX
Electricidad	XXX	A, B ó C	XXX
Agua	XXX	A, B ó C	XXX
SALIDAS			
Emisiones	XXX	A, B ó C	XXX
Ruido	XXX	A, B ó C	XXX
Vertimientos	XXX	A, B ó C	XXX
Residuos	XXX	A, B ó C	XXX
INCIDENTES	XXX		
DICTAMEN GENERAL	XXX		
PUNTAJE DE EVALUACION	A: Gran impacto B: Impacto medio C: Impacto bajo N: No existe impacto		
Nota: En la argumentación se explica por cuál de esos elementos se dio la calificación asignada.			

Fuente: Márquez, R. 2001).

2.8. METODOS DE EVALUACION ECONOMICA Y COSTOS

Las técnicas de valoración económica tienen por objeto revelar el valor que la sociedad le asigna pagar a una empresa, comunidad, estado etc. por la depredación causada a un bien ambiental en pro del mejoramiento de la calidad de los bienes ambientales y con ello su bienestar.

Las metodologías de evaluación convencionales de proyectos tienen como limitantes el que no existe precio para calcular el valor de las repercusiones ambientales positivas y negativas de los proyectos de inversión y desde luego la clara imposibilidad de asignar valoraciones inequívocas a los llamados bienes ambientales.

Cuando una economía no refleja los daños de la actividad económica sobre el medio ambiente, expresándolos como costos, estos daños no inciden en las decisiones económicas de productores y consumidores. Sin embargo, a partir de la cumbre de la tierra en Rio de Janeiro se manifestó la necesidad de mitigar a través de mecanismos severos la intervención para garantizar un desarrollo sostenible. (Miranda, J., 2001).

Todos los métodos de evaluación económica de un proyecto es necesario realizar consideraciones de orden financiero como: Inversiones necesarias y sus valores aproximados, presupuesto de costos de funcionamiento, presupuesto de ingresos previstos para cada uno de los períodos del proyecto, fuentes posibles de financiación privadas o públicas, tanto para el período de instalación como para el de la operación.

Con los datos de inversiones, costos e ingresos se pueden estimar flujos de fondos, que permitirán la aplicación de indicadores para determinar la bondad financiera del proyecto y es lo que define el resultado de la evaluación. (Miranda, J., 2001).

Luego de ejecutado de un proyecto pueden ser utilizados en la evaluación económica indicadores de costos, eficiencia y rentabilidad sin embargo, establecer la relación costo – beneficio es clave.

Adicional a los indicadores en la evaluación económica según Miranda, J., 2001, se deben considerar entre otras los siguientes aspectos:

- Los beneficios que se esperan generar a través del proyecto
- Localización y su principal variable asociada: Costos de transporte
- La vida útil esperada
- Valor de inversiones necesarias sus fuentes de financiación y costos de operación
- Las condiciones que hacen sostenible el proyecto
- Posibilidades de incorporar nuevas tecnologías que coadyuven al fortalecimiento del proyecto.

De acuerdo con Rossi, et al, 2004, en cuanto a costos en un ambiente de creciente competitividad y globalización una herramienta que permite en las empresas y proyectos sustentar decisiones estratégicas y tácticas es el costo basado en actividades (ABC).

El ABC identifica los factores que originan el costo y emplearlos para una determinación más precisa del mismo. Toma la información financiera y operacional existente y la visualiza a través de un modelo de actividades. Parte de la información contable y la agrupa en elementos de costo asignados a actividades de la empresa y a su vez a los temas claves del negocio que importan para la toma de decisiones. (Rossi, et al, 2004).

Para el ABC trazadores posibles por elemento de costo son:

- Mano de obra: Horas hombre en cada actividad ponderadas por su remuneración
- Edificios: Espacio físico

- Equipos: Horas máquina

- Comunicaciones

- Gastos administrativos: Papelería, computadores, transporte, etc.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 TIPO DE ESTUDIO

Esta monografía describe las técnicas de aprovechamiento de residuos de clavel como compostaje y digestión anaerobia. El proceso de establecer el manejo de los residuos y su cantidad generada se baso en un diagnóstico con captura de información secundaria y de una muestra de 9 empresas de flores productoras de clavel representativas de la Sabana de Bogota.

3.2 ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA MONOGRAFIA

De manera general en la Tabla No. 8 se consignan las actividades desarrolladas:

Tabla No. 8. Actividades desarrolladas durante la monografía.

No. ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	DURACION	FECHAS
Actividad 0	Reuniones de concertación entre las entidades interesadas para concretar la monografía y presentar a la U	2 semanas	Enero 2004
Actividad 1.	Recopilación Bibliográfica	Permanente	Permanente 2004-2005
Actividad 2.	Investigación de Campo tecnología Wildcat	4 semanas	Febrero- Marzo 2004
Actividad 3.	Diagnostico de la Situación actual de manejo y disposición de residuos de clavel	8 semanas	Abril – Junio 2004
Actividad 4.	Investigación en campo tecnología Biodigestión	4 semanas	Agosto 2004
Actividad 5.	Evaluación de las alternativas de aprovechamiento. Informe preliminar	8 semanas	Septiembre – Noviembre 2004
Actividad 6.	Informe final	12 semanas	Enero –Marzo 2005
Actividad 7.	Revisión y ajustes informe final	16 semanas	Abril –oct 2005

3.3 METODOLOGÍA

El trabajo se realizó con información del Centro de producción más limpia, Florverde® y en empresas de flores representativas como productoras de clavel, adscritas a ASOCOLFLORES y ubicadas en los municipios de Funza, Madrid, Tenjo (Sabana de Bogotá).

En las empresas productoras de clavel visitadas los datos capturados fueron cantidad y frecuencia de material generado, manejo, costos de las alternativas usadas.

Con los datos del diagnóstico, la información secundaria y visita proyecto piloto de aprovechamiento de residuos para biogás se determinó la factibilidad técnica, económica y ambiental de las dos alternativas en estudio en estudio como el compostaje mecanizado bajo la tecnología Wildcat y la generación de biogás a través de un proceso de biodigestión.

4. DIAGNOSTICO DEL MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS DE CLAVEL EN EL SECTOR FLORICULTOR COLOMBIANO - SABANA DE BOGOTÁ

4.1. DATOS

El diagnóstico esta basado fundamentalmente en las empresas y personas vinculadas al programa Florverde® por tener fuentes de información escrita y avaladas por el sector Floricultor de Colombia agremiados en ASOCOLFLORES.

Los residuos de clavel que se generan en cultivos de clavel tienen en términos generales 3 orígenes que son:

- Residuos de clavel derivados de erradicaciones. Son los que se generan del arranque de plantas tras haber cumplido el ciclo de producción (2 años aproximadamente). Su frecuencia de generación esta asociada al plan de erradicaciones en cada empresa
-
- Residuos de poscosecha. Son los que se generan en el proceso de clasificación de la flor antes de su exportación. Representan un volumen importante de los residuos vegetales y su frecuencia de generación es diaria
-
- Residuos de cultivo. Son los que se generan en la realización de labores de producción como pinch, encanaste, desbotone, etc. Se generan diariamente.

En promedio acorde con las empresas partes del diagnóstico de una tonelada de residuos vegetales de clavel que genera el porcentaje de distribución por tipo de residuo es:

- Derivados de erradicación: 36 %

- Derivados de poscosecha: 38%

- Derivados de cultivo: 26%

La cuantificación de los residuos en las fincas generalmente se lleva en kilogramos y toneladas sin embargo, también se encuentran registros en metros cúbicos por ello se presentan las siguientes equivalencias relacionadas en la Tabla No 9.

Tabla No. 9 Equivalencia Kg. y M3 de residuos vegetales de clavel

Erradicaciones	Poscosecha	Cultivo	Promedio
1 m3 = 234.3 Kg.	1 m3 = 200 Kg	1 m3 = 152 Kg	1 m3 = 195.4 Kg.

La Tabla No. 10. Presenta la cuantificación de residuos vegetales de clavel generados anualmente por empresas productoras de clavel en la Sabana de Bogotá durante el 2003.

Tabla No. 10. Generación de residuos vegetales en diferentes empresas productoras de clavel. Consolidado general. Año 2003. Sabana de Bogotá.

	RESIDUOS POSTCOSECHA	RESIDUOS ERRADICACIONES	RESIDUOS LABORES CULTIVO	TOTAL SEMANA
	KG	KG	KG	KG
EMPRESA 1= 17.6 Hectáreas				
TOTAL	926873	494842	553280	1974995
TOT/ HA	52663	28116	31436	112216
TOTAL/SEM	17824	9516	10640	37981
TOTAL/HA/SEM	1013	541	605	2158
TOTAL/HA/AÑO	52663	28116	31436	112216
TOTAL/TON/HA/AÑO	53	28	31	112
EMPRESA 2 = 14.5 Hectáreas				
TOTAL	289600	139700	144684	573984
TOT/ HA	19972	9634	9978	39585
TOTAL/SEM	5569	2687	2782	11038
TOTAL/HA/SEM	384	185	192	761
TOTAL/HA/AÑO	19972	9634	9978	39585
TOTAL/TON/HA/AÑO	20	10	10	40
EMPRESA 3 = 11.5 Hectáreas				
TOTAL	122922	1271000	484735	1878657
TOT/ HA	10689	110522	42151	163361
TOTAL/SEM	2364	24442	9322	36128
TOTAL/HA/SEM	206	2125	811	3142
TOTAL/HA/AÑO	10689	110522	42151	163361
TOTAL/TON/HA/AÑO	11	111	42	163
EMPRESA 4 = 16.4 Hectáreas				
TOTAL	293351	550200	335908	1179459
TOT/ HA	17887	33549	20482	71918
TOTAL/SEM	5641	10581	6460	22682
TOTAL/HA/SEM	344	645	394	1383
TOTAL/HA/AÑO	17887	33549	20482	71918
TOTAL/TON/HA/AÑO	18	34	20	72
EMPRESA 5 = 10.8 Hectáreas				
TOTAL	502856	328168	586008	1417032
TOT/ HA	46561	30386	54260	131207
TOTAL/SEM	9670	6311	11269	27251
TOTAL/HA/SEM	895	584	1043	2523
TOTAL/HA/AÑO	46561	30386	54260	131207
TOTAL/TON/HA/AÑO	47	30	54	131
EMPRESA 6 = 27 Hectáreas				
TOTAL	873945	1227850	711129	2812924
TOT/ HA	32368	45.476	26338	104182
TOTAL/SEM	16807	23613	13676	54095
TOTAL/HA/SEM	622	875	507	2004
TOTAL/HA/AÑO	32368	45476	26338	104182
TOTAL/TON/HA/AÑO	32	45	26	104
EMPRESA 7 = 11.8 Hectáreas				
TOTAL	531500	340000	354300	1225800
TOT/ HA	45042	28814	30025	103881
TOTAL/SEM	10221	6538	6813	23573
TOTAL/HA/SEM	866	554	577	1998
TOTAL/HA/AÑO	45042	28814	30025	103881
TOTAL/TON/HA/AÑO	45	29	30	104
EMPRESA 8 =11.2 Hectáreas				
TOTAL	350825	301201	60845	712871
TOT/ HA	31324	26893	5433	63649
TOTAL/SEM	6747	5792	1170	13709
TOTAL/HA/SEM	602	517	104	1224
TOTAL/HA/AÑO	31324	26893	5433	63649
TOTAL/TON/HA/AÑO	31	27	5	64
Esta empresa no discrimina al cuantificar la generación por tipo de residuo				
EMPRESA 9 = 28.5 Hectáreas				
TOTAL				1316260
TOT/ HA				46185
TOTAL/SEM				25313
TOTAL/HA/SEM				888
TOTAL/HA/AÑO				46185
TOTAL/TON/HA/AÑO				46

Fuente : Representantes técnicos y/o ambientales empresas productoras de clavel

La tabla No. 11 presenta para las mismas empresas productoras de clavel la frecuencia de generación de residuos y el manejo que le dan a los mismos.

Tabla No. 11 Frecuencia de generación y manejo dado a residuos vegetales de clavel en nueve empresas de flores

No. EMPRESA	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	MANEJO DE LOS RESIDUOS VEGETALES
1	Diario	Compostaje mecanizado (Wildcat-externo-)
2	Diario	Ninguno. "botadero" particular (Destino No controlado)
3	Diario	Ninguno. "botadero" particular (Destino No controlado)
4	Diario	Compostaje tradicional-recursos propios- Incorporación abono verde a otro cultivo-rosa-
5	Diario	Compostaje tradicional-recursos propios- Incorporación abono verde a otro cultivo-praderas
6	Diario	Compostaje mecanizado (Wildcat en la empresa)
7	Diario	Compostaje mecanizado (Wildcat en la empresa)
8	Diario	Compostaje mecanizado (Wildcat en la empresa)
9	Diario	Compostaje mecanizado (Wildcat en la empresa)

La no disposición adecuada o no controlada (disposición en botaderos particulares a cielo abierto) de los residuos vegetales de clavel produce impactos de contaminación en suelos, aguas, aire y alteración del paisaje. Son los casos que ameritan la implementación de medidas preventivas y de control entre las cuales pueden estar el compostaje y la biodigestión.

Los botaderos encontrados en dos de las empresas pertenecen a terrenos de la misma finca y de particulares que los facilitan con el fin de rellenarlos y posteriormente utilizarlos en otros usos (urbanización, por Ej.). Las quemas no fueron encontradas en las empresas visitadas pero no se descarta que la práctica se realice en otras empresas especialmente para eliminar los residuos afectados por plagas y enfermedades.

4.2. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DE CLAVEL COMO COMPOSTAJE

4.2.1. Compostaje mecanizado (Tecnología Wildcat)

Wildcat, Open de Windrow ó de campo abierto es la tecnología utilizada para la transformación de residuos de origen orgánico como el cultivo de clavel, ampliamente utilizada en países desarrollados para el tratamiento de estos residuos.

En Colombia y específicamente en la Sabana de Bogotá el servicio es realizado por empresas dedicadas a éste proceso, que cuentan con la maquinaria requerida y comúnmente establecen convenios con las empresas generadoras de los residuos vegetales de clavel.

Dentro de los beneficios principales de esta tecnología se pueden resaltar los siguientes:

- Alto volumen de Transformación. Normalmente llegan a procesar el 100%.
- Asequible en costos para el sector empresarial. Lo que se ampliará en el análisis económico.
- Versatilidad en el tratamiento. Porque el proceso es adaptable a las condiciones de la empresa.
- Control de lixiviados. Esta incorporado a las buenas prácticas del procedimiento.
- Control de olores. Esta incorporado a las buenas prácticas del proceso.
- Proceso termofílico: Las pilas en esta fase alcanzan temperaturas entre los 55 y 70 grados centígrados que se mantienen durante 45 días, disminuyendo la incidencia de patógenos y semillas de malezas.

Esta tecnología fue encontrada en 5 de las empresas productoras de clavel visitadas permitiéndoles procesar el 100% de los residuos vegetales que generan.

En la sabana de Bogotá actualmente existen diferentes empresas que prestan el servicio de compostaje mecanizado mediante máquinas Wildcat a las empresas de flores y tienen un portafolio que ofrece las siguientes opciones de manejo:

- Los residuos son manejados dentro de la empresa productora de clavel , donde se presta básicamente el servicio de volteo con la Máquina compostadora Wildcat

- Los residuos vegetales son manejados en los patios de la empresa prestadora del servicio y la empresa generadora de los residuos paga por el mismo.

La empresa de clavel elige la alternativa a utilizar de acuerdo con su capacidad económica y disponibilidad de espacio. Este último factor es importante porque para el manejo de los volúmenes de residuos que se manejan en los patios de compostaje (dentro de la finca) mínimo se debe disponer de 3.500 metros cuadrados (35% de una hectárea).

Por lo anterior varias empresas prefieren pagar el servicio para que los residuos se manejen por fuera de la empresa y no sacrificar producción.

El proceso de compostaje mecanizado de acuerdo con la empresa que preste el servicio varía un poco en No. de volteos y eficiencia del mismo. Sin embargo, para los casos visitados se encontraron las siguientes etapas del proceso en condiciones de campo abierto.

- Formación de Pilas. Las dimensiones más comunes son las que se muestran en la Foto No.5. Con lo cual, se procesan aproximadamente 51.090 Kg de residuos frescos de clavel



Formación pilas desecho vegetal – Ancho 2.50 Mts – alto 1.50 Mts
Longitud = La mayor posible

Foto No. 5. Formación de Pilas con residuos de clavel

- Volteos aeróbicos: Durante esta etapa se realizan mínimo 6 volteos para mantener el proceso de modo aeróbico y manejar los lixiviados. Ver foto No. 6.



Compostaje en proceso

Foto No. 6. Volteo de pilas

- Cobertura de pilas: En algunos casos durante las primeras semanas las pilas de compostaje son cubiertas con geotextil o plástico para que tanto la humedad y temperatura de las pilas se mantengan. Sin embargo, la práctica no fue común por los costos asociados a la manipulación que esto genera.
- Fase de Curado y enfriamiento: En esta fase del proceso las pilas se dejan en reposo (máximo 25 días) para que los nutrientes se estabilicen, la temperatura descienda continuándose la actividad microbial a una rata de descomposición más lenta. La foto No. 7 muestra una panorámica del estado final de las pilas.



Foto No. 7. Fase de curado y enfriamiento

- Tamizado y empaque final: Cuando la fase de curado ha terminado, el producto final es tamizado y empacado dando la granulometría apropiada para su aplicación al suelo en los nuevos cultivos ó venta según sea la decisión de la empresa. En la foto No. 8 se muestra el material que se empaca.



Foto No. 8. Material terminado

Control de Lixiviados:

La razón para la generación de lixiviados (normalmente no encontrados, en los casos visitados) radica en la falta de manejo de los patios de compostaje al no controlar el exceso de humedad (procedente de precipitaciones), y aumento en la frecuencia de los volteos a las pilas, además de no cuidar los detalles en el armado de las mismas y el drenaje del terreno. La foto No. 9, muestra un caso de manejo y control de lixiviados a través de cunetas realizadas en los laterales del terreno.



Cuneta Recolección Lixiviados

Foto No. 9. Cuneta canal de lixiviados

Nota: En ninguna empresa productora de clavel se encontró una estructura tipo invernadero que protegiera de las lluvias permanentemente las pilas, por razones asociadas a los costos adicionales al proceso. Sin embargo, en los patios de una de las empresas prestadoras del servicio sí se tiene un área protegida para las pilas que ya están en fase de curado y enfriamiento.

4.2.2. Tecnología de compostaje manual

Esta tecnología fue encontrada en dos de las empresas productoras visitadas, a través de la cual se maneja el 30% de los residuos generados y que provienen del proceso de poscosecha principalmente.

Esta tecnología se realiza con recursos técnicos, humanos y económicos disponibles en la empresa. Se encontró que desarrollan las siguientes etapas durante el proceso de compostaje.

- Fragmentación del material: En el sitio de compostaje el material vegetal se fragmenta con máquina picadora en trozos de 3 a 7 cm. Lo que se muestra en la Foto No. 10.



Foto No. 10. Fragmentación de los residuos de clavel

- Armado de pilas: A medida que se fragmenta el material vegetal se procede a hacer la pila de compost como se observa en la foto No 11 con dimensiones en ancho y alto similares a las de compostaje Wildcat pero de menor largo ya que el proceso de volteo es manual y no se dispone del terreno suficiente. Se procesan aproximadamente 5.484 Kg de residuos frescos de clavel-mini clavel.



Foto No. 11. Armado de pilas para compostaje con residuos de clavel fresco y fragmentado

- Fase de calentamiento: Luego de armada la pila, ésta pasa a un estado de calentamiento durando en ésta fase máximo 8 días. Durante la cual, se registra la fecha de construcción de la pila y se inician las respectivas mediciones de temperaturas interna y externa que se continúan tomando a lo largo del periodo de compostaje de la pila hasta iniciar la fase de secado, lo cual, se puede apreciar en la foto No. 12



Foto No.12. Registro de temperaturas a pilas de compostaje

Fase de Primer volteo: Después de la fase de calentamiento se realiza el primer volteo donde la parte de arriba queda en la parte inferior de la pila garantizando la homogeneidad del proceso. Opcionalmente para facilitar que el proceso sea aeróbico se instalan los tubos perforados a lo largo de la pila (cada 90 cm., inclinados unos 45 grados y que sobresalen de ella unos 30 cm.) como se muestra en la foto No. 13.



Foto No. 13. Panorámica pila de compostaje después de primer volteo

- Fase de segundo volteo, tercero y otros volteos: Terminada la fase del primer volteo (8 días) se procede a voltear la pila por segunda vez sobre si misma, y los tubos cambian de dirección sobre la pila. Cada ocho días se repite el proceso anterior hasta que el material adquiere su composición granular y de descomposición suficiente para pasar a la siguiente fase.

En general el proceso de compostaje manual tarda un mes en desarrollarse sin contar las fases siguientes.

- Fase de secado: Después del tercer volteo se extiende la pila, en una capa no mayor a 10 cm. Como se muestra en la Foto No. 14



Foto No. 14. Fase de Secado de material residual de clavel

- Repique. Luego de que el material se ha extendido y ha perdido humedad, se procede a efectuar el segundo pase por máquina picadora (es opcional y esta asociado a las características de tamaño que requiere la empresa.

Con ésta etapa el proceso de compostaje dura unas 5 semanas.

- Embalaje. El compost final seco se empaca en lonas selladas y almacenadas sobre estibas, en un lugar seco y bien aireado si no se va a usar inmediatamente. Como ejemplo se muestra en la foto No. 15.



Foto No. 15. Embalaje de Material

Control de Lixiviados: En éste sistema el proceso se realiza bajo invernadero, tienen un sistema de recolección de lixiviados a través de una cuneta lateral y sistema de drenaje del terreno donde se realiza el proceso y la panorámica del sistema y su estado se muestra en la foto No. 16.



Foto No. 16. Panorámica de no generación lixiviados compost manual bajo invernadero

Una de las empresas desarrollo un ensayo a campo abierto siguiendo el mismo proceso de compostaje pero al no controlar el exceso de humedad derivado de las precipitaciones tuvo presencia de lixiviados, generación de olores y aumento en dos semanas el proceso. Una panorámica de las pilas y el patio de compostaje se puede apreciar en la foto No. 17.



Foto No. 17. Panorámica de lixiviados en proceso de compostaje manual y a campo abierto

Esta alternativa a pesar de que puede desarrollarse en el mismo tiempo del compostaje con wildcat registró el inconveniente de tener capacidad para transformar sólo un 30% del material residual de clavel y mini clavel que se genera en las empresas.

4.3 APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS VEGETALES DE CLAVEL COMO BIOGAS

Esta alternativa aún no está disponible para empresas de flores visitadas y no se encuentran reportes para el sector. La cual, resultara nueva para el sector ampliando las opciones de manejo de residuos de clavel que por su volumen de generación limita manejos tradicionales.

La información siguiente es sólo la descripción de un proceso en evolución que actualmente el Centro de producción más limpia desarrolla en el marco de un

proyecto piloto en Caldas (Antioquia) para el procesamiento de residuos orgánicos de diferente origen.

El biodigestor que se tiene construido se observa en la foto No. 18.



Foto No. 18. Panorámica de Biodigestor

- El biodigestor esta construido en fibra de vidrio más resinas y con aislamiento de temperatura en poliuretano y tiene una capacidad de procesamiento de 250 Kg. /día. Tiene una capacidad de 5 metros cúbicos totales, de los cuales, 1 metro cúbico es para el almacenamiento de biogás generado.

En áreas aledañas se tienen los siguientes elementos:

- 2 Tolvas de recepción y acumulación temporal del material residual con una capacidad de 1 tonelada.
- Tanque de premezcla de los residuos con agua.

- Tablero de control de Temperatura. Teniendo como punto de control estimado de 36 grados centígrados constante no siendo por tanto un proceso termofílico que ofrece un mayor control patológico

Para el funcionamiento del proceso al biodigestor a través de tubería subterránea llega una mezcla de bacterias y otros microorganismos presentes en estiércol líquido proveniente de criaderos de cerdos aledaños.

Puesta en marcha el biodigestor como se muestra en la Foto No 19 se genera biogás aprovechable en consumos energéticos y bioabono líquido aprovechado en procesos agrícolas.



Foto No. 19 Biodigestor en funcionamiento

El CNPML adaptó de Martan Eugster, Marcel Gauch pertenecientes a la EMPA (Suiza) una tabla para el cálculo de biogás producido a partir de diferentes residuos orgánicos siendo entonces una tabla propiedad intelectual de ésta entidad y no modificable.

Tabla que se aprovecho para proyectar el caso de flores –residuos de clavel –
 Ante la escasez de datos en laboratorio sobre la capacidad metano génica de los
 mismos se estimo por su similitud en contenido orgánico a partir de residuos de
 pasto de corte. Lo cual se registra en la tabla No. 12.

Tabla No. 12. Cantidad de biogás generado a partir de 1 y 5,5 toneladas de
 residuos vegetales de clavel

Sustratos	Cantidad (t/d)	Carga (m3/d)		Sustancia seca				Sustancia orgánica			
				Min (%)	Máx. (%)	Min (tSS/d)	Max (tSS/d)	Min (%SS)	Max (%SS)	Min (tSO/d)	Max (tSO/d)
Residuos vegetales	5,5	5,5		18	18	1	1	91	91	0,9	0,9
Agua	1,2	1,2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sustratos	Cantidad	N total		C		C/N	Tiempo de estancia (d)	Densidad (t/m3)	Producción de gas		
		(% SS)	(tN/d)	(% SS)	(tC/d)				(m3/unidad de sustrato)	(m3/d)	
Residuos vegetales	5,5	4	0,04	40	0,4	10	10	1	98 (m3 gas/ton sustrato)	539	
Agua	1,2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

En ella se establece que por cada tonelada diaria de sustrato orgánico que entra al sistema se generan 98 metros cúbicos que equivalen a 539 m3/día. Para lo cual,

se requiere un biodigestor específico y en la tabla No. 13 se presentan sus características.

Tabla No.13. Características del biodigestor para procesar diariamente 1 a 5,5 toneladas de residuos vegetales de clavel.

Volumen y dimensiones (cilindro recto circular)			
Sustrato			
Carga afluencia sustrato	[m ³ /d]		6,7
Carga SO máx.	[tSO/d]		0,9
Estimación relación C/N , Carbono/Nitrógeno	[-]		10,0
Volumen Digestor			
Tiempo máximo de permanencia hidráulica	[d]		30,0
Carga para fermentar	[kgSO/(d*m ³)]		4,5
<i>Volumen máx. del Digestor calculado según</i>			
<i>Tiempo de permanencia hidráulica</i>	<i>[m³]</i>		<i>201</i>
Tiempo de permanencia hidráulica	[d]		29,9
Carga para fermentar	[kgSO/(d*m ³)]		4,5
<i>Volumen máx. del Digestor calculado según</i>			
<i>Carga para fermentar</i>	<i>[m³]</i>		<i>200</i>
Volumen Almacén de Gas			
Tiempo de permanencia hidráulica	[d]		28,1
Carga para fermentar	[kgSO/(d*m ³)]		4,8
<i>Volumen elegido del Digestor</i>	<i>[m³]</i>		188
Producción de Gas	[m ³ /d]		539
Tiempo min. Para almacenar	[d]		0,5
Volumen necesario para el Almacén de Gas	[m ³]		270
Dimensiones Digestor (cilindro vertical)			
Altura prevista	[m]		5,0
Diámetro	[m]		6,9
Superficie	[m ²]		146,3

Con el desarrollo de la alternativa se garantiza el manejo del 100% de los residuos vegetales de clavel generados en cada empresa productora.

5. ANALISIS Y DISCUSION

Al igual que la gran mayoría de los procesos de producción, las empresas productoras de clavel también generan residuos. Los cuales, no en todos los casos se conciben como parte integral del proceso y ha conducido a que en éste caso de estudio, los residuos vegetales se les de un manejo por separado de los productos (flores) que económicamente se obtienen y comercializan.

Como lo registró Uribe, G.1997, los residuos vegetales actualmente también se están generando por las labores de cultivo, la poscosecha y las erradicaciones. Sin embargo, se encuentra que los volúmenes en toneladas/hectárea /año actualmente por sólo concepto de erradicaciones las cifras en promedio son de 39 toneladas superando en 14 toneladas lo registrado en su diagnóstico de 1997. Lo que puede deberse a que las densidades de siembra también han aumentado. A lo que se suman las 59 toneladas que en promedio se generan en la poscosecha y las labores de cultivo, totalizando unas 98 toneladas/Ha/año de residuos vegetales de clavel.

Teniendo en cuenta el total de hectáreas del sector floricultor se esta proyectando una suma aproximada de 153 mil toneladas por manejar.

Es difícil obtener las cifras exactas de clavel que se producen en cada empresa sin embargo, se estima que llega a 1.760.000 de tallos-flores/hectárea/año que equivalen en peso aproximadamente a 52 toneladas/hectárea/año que realmente se exportan. En consecuencia marcando al igual que en otras actividades

agrícolas un balance de masa (cantidad de masa que ingresa al proceso vs. Cantidad de masa que sale del proceso), bastante desfavorable especialmente para el recurso suelo.

Lo anterior señala la importancia que debe darse al restablecimiento del equilibrio natural del suelo y otros recursos naturales a lo que las alternativas de compostaje y digestión anaerobia contribuyen mediante el reciclaje de la materia orgánica, ya que los residuos vegetales de clavel por sus características pueden ser utilizados como materias primas de éstos procesos.

Sí la proporción de la muestra de empresas utilizadas en el diagnóstico se mantiene en el sector, actualmente el 22% de los residuos vegetales de clavel generados son manejados en compostaje manual, 55% en compostaje mecanizado y 23% no son controlados en su disposición por la industria de flores en la Sabana de Bogotá y generan impactos ambientales descritos a continuación en la figura 2:

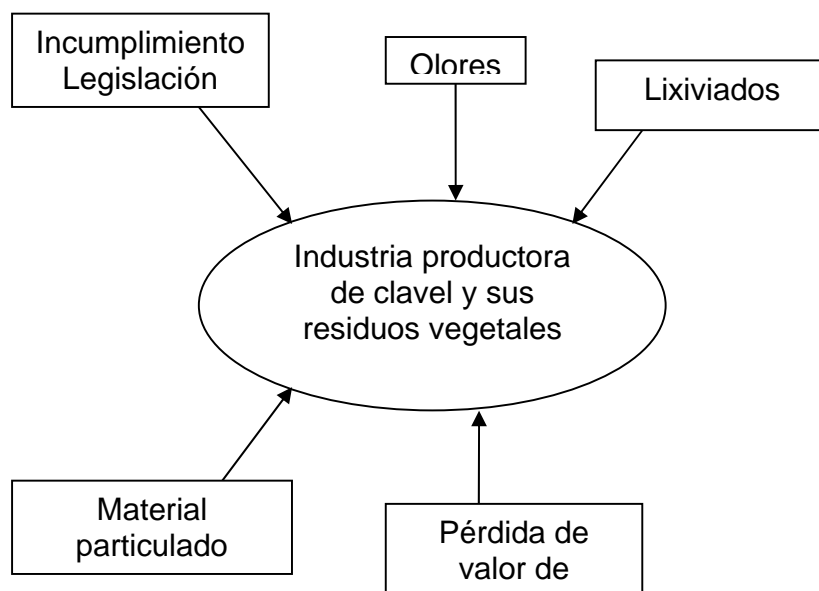


Figura 2. Impactos ambientales causados por residuos vegetales de clavel no manejados

Impactos ambientales que requieren actuaciones por los directivos de las empresas productoras de clavel y apoyo del sector flores entre las cuales se pueden mencionar a continuación en la figura No. 3:

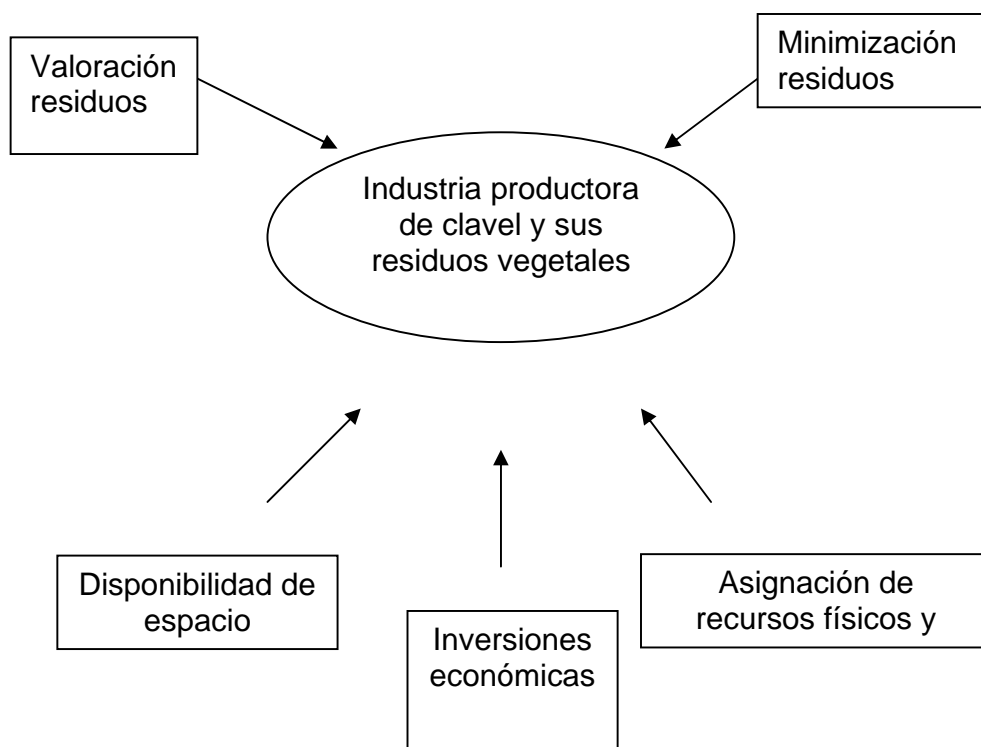


Figura No. 3. Acciones a tomar en empresas de flores

Tanto para la alternativa de compostaje mecanizado (wild cat) y la digestión anaerobia para producción de biogás existen empresas y entidades interesadas en implementarlas. De las empresas visitadas en el 55% de las mismas ya han implementado el compostaje mecanizado (wildcat) y ante las autoridades ambientales, el sector a través de los requerimientos de su programa Florverde® y comunidad en general han demostrado que pueden cumplir con buenas de manejo ambiental y la legislación vigente en Colombia, (tabla No. 5 y anexo No. 1).

En cuanto a la alternativa digestión anaerobia para producción de biogás hasta ahora como proyecto piloto de implementarse también daría cumplimiento a la legislación vigente para Colombia incluyendo la que se consigna en el anexo No. 2 sobre emisiones atmosféricas. Posiblemente sea sometida a nuevos requerimientos los cuales, en su momento se harán de acoger ó revisar y definir los objetivos y metas para su cumplimiento.

5.1. FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS VEGETALES COMO COMPOSTAJE MECANIZADO (WILDCAT) Y DIGESTION ANAEROBIA PARA PRODUCCION DE BIOGAS

Para la determinación de sí la alternativa de manejo de los residuos vegetales es factible técnicamente se tuvo en cuenta la disponibilidad actual de la tecnología para las empresas de flores en la Sabana de Bogotá, lo cual se resume en la Tabla No 14.

Tabla No 14. Disponibilidad de la tecnología en la Sabana de Bogotá para manejo de residuos vegetales

TECNOLOGÍA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS VEGETALES DE CLAVEL	DISPONIBILIDAD ACTUAL DE LA TECNOLOGIA EN SABANA DE BOGOTA	VALORACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA
Compostaje de residuos vegetales bajo sistema Wildcat Aprovechables como compost	Sí	Nivel A Indica que existe en la Sabana de Bogotá la tecnología apropiada para implementarla
Digestión anaerobia de residuos vegetales de clavel Aprovechables como Biogás y compost	No	Nivel B Indica que la tecnología existe para otro tipo de residuos agropecuarios y para el caso de clavel en la Sabana de Bogotá debe desarrollarse inicialmente como proyecto piloto derivado de la continuación de esta monografía.

Para complementar que las alternativas en estudio son factibles técnicamente se resaltan los siguientes aspectos:

Tiempo de procesamiento:

El compostaje mecanizado tarda en promedio 60 días, tiempo que se puede considerar prudente para éste tipo de tecnología sin embargo, es más rápido el procesamiento de los residuos vegetales de clavel mediante la alternativa de la digestión anaerobia y que en promedio puede ser de 28 días.

Productos obtenidos:

El compostaje mecanizado (wildcat) genera al final del proceso un compost sólido el cual en un típico análisis nutricional registra una relación carbono/nitrógeno cercana a 25/45 y en un análisis microbiológico favorecido por las temperaturas que se registran durante el proceso (hasta 70 grados centígrados) ausencia de patógenos como *Fusarium oxysporum Fsp dianthi*, *Rhizoctonia spp* y *Pythium spp* limitantes en el cultivo del clavel. Se pueden encontrar de acuerdo con las condiciones colonias de *Trichoderma spp*, *Aspergillus spp*, *Rhizopus spp* y *Penicillium spp* los cuales son hongos reportados como benéficos y ocasionalmente patógenos como *Fusarium equiseti* sin embargo, estos no son reportados haciendo daño en clavel. Lo anterior le hace un insumo técnico para ser incorporado en los nuevos cultivos de clavel sin embargo, persiste en flores el “mito” de la presencia de *Fusarium oxysporum Fsp dianthi* causante del marchitamiento del clavel y ello le limita su uso en algunas empresas pero igual se incorpora comúnmente en otros cultivos como rosa.

La digestión anaerobia produce biogás y como subproducto un compost líquido. Este último habría de analizarse tanto nutricional como microbiológicamente. Seguramente desde el punto de vista nutricional cumplirá con los requerimientos y

desde el punto de vista microbiológico sí se hacen necesarios análisis que demuestren la ausencia de fitopatógenos, teniendo en cuenta que las temperaturas que se alcanzan en el proyecto piloto son de 36 grados centígrados y a estas hay reportes de supervivencia de patógenos. En cuanto al biogás como producto principal es técnicamente aprovechable como energía y sus características se discuten próximamente en el aspecto ambiental.

Características del proceso

El compostaje mecanizado (wildcat) y la digestión anaerobia son desarrollados por entidades confiables y avaladas por las autoridades competentes.

- Los principios técnicos de los procesos en ambas tecnologías se conocen ampliamente aplicables y aplicables para la descomposición de residuos, dirigidos además por técnicos competentes que en muchos casos hacen parte de las fincas que generan los residuos

- En el desarrollo del compostaje existe en la Sabana de Bogotá la disponibilidad de maquinaria (compostadora) para desarrollar el proceso como principal equipo requerido

- La dificultad del compostaje mecanizado radica principalmente en la disponibilidad del área para establecer los patios de compostaje. No obstante, se subsana con la opción de procesarlos en las empresas prestadoras del servicio.

- En el caso de la alternativa de producción de biogás el área que se requiere es más pequeña y en tanto se puede desarrollar dentro de las fincas generadoras de residuos.

- Para la tecnología de producción de biogás la dificultad radica en que las entidades que la pueden desarrollar son limitadas por ahora.

5.2. FACTIBILIDAD AMBIENTAL DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS VEGETALES COMO COMPOSTAJE (WILDCAT) Y BIOGAS

Con base en la metodología del ABC las tablas No. 15 y 16 presentan la evaluación y análisis de la relevancia ambiental de los aspectos asociados a los procesos de compostaje mecanizado con la tecnología wild cat y la generación de biogás a través de la digestión anaerobia, como alternativas de manejo de los residuos de clavel. En la cual, se consignan los siguientes puntos:

- La cantidad del aspecto identificado
- El resultado de la evaluación según los criterios de escala , severidad, ocurrencia, duración del impacto y los argumentos por los cuales se asigna la siguiente clasificación :

A: Gran impacto

B: Impacto medio

C: Impacto bajo

N: No existe impacto

Tabla No. 15. Evaluación de la relevancia ambiental para proceso de compostaje mecanizado wild cat

PROCESO : COMPOSTAJE MECANIZADO (Tecnología WILDCAT)			
Recursos	Cantidad	Impacto	Argumentación
ENTRADAS Materias primas e insumos			
Residuos vegetales clavel	1 a 5 ton / semana	B	Generan si no reciben manejo contaminación al suelo, posiblemente al agua si entran en contacto con este recurso natural y causan alteración del paisaje.
Combustible	5 a 10 galones ACPM/volteo	C	Sólo para el movimiento de la maquinaria y se utiliza en baja cantidad por la frecuencia con que se requiere
Electricidad	15HP-200V	C	La cantidad requerida en el proceso es solo para la máquina WILDCAT y al no usarse permanentemente no es tan alta para generar destrucción.
Agua	0	N	No requerida en el proceso. Los residuos vegetales de clavel contienen por sí mismos suficiente humedad para favorecer su descomposición
SALIDAS			
Emisiones Partículas de polvo	No cuantificadas	C	Pueden ocasionar alteraciones respiratorias en personas asociadas al proceso, susceptibles de ser monitoreadas a través de exámenes médicos y seguimiento en programas de salud ocupacional. Sin embargo, el proceso la mayor parte del tiempo se desarrolla por sí mismo.
Ruido	10 dB aprox.	C	Sí se generan con el uso de la WILDCAT pero sus niveles están por debajo de 60 Db. No afecta vecinos porque son procesos que se desarrollan alejados de áreas residenciales ó las áreas de trabajo de personas de las empresas de flores
Olores	No cuantificados	C	Son propios de los procesos de descomposición de materia orgánica. Sí se generan se pueden manejar incrementando los volteos
Vertimientos	Menor a 1 m3	C	Son ocasionales, bajas cantidades y con opción de reincorporarse a las pilas de compostaje
Residuos Compost	40% de lo que ingresa	N	Son el producto aprovechable en los cultivos de flores o de hortalizas
Incidentes posibles : Vertimientos a cuerpos de agua si no se controlan			
Evaluación general : Proceso con pocos impactos ambientales y permite el manejo adecuado de residuos vegetales de clavel			

En la anterior evaluación de relevancia ambiental del proceso de compostaje mecanizado –opción tecnológica Wildcat- el aspecto de mayor impacto son los

residuos vegetales de clavel y estos son los que manejan dentro de la alternativa, reduciéndose a compost sólido un insumo aprovechable como biofertilizante y como tal contribuyendo a devolver parte de la materia orgánica que es extraída en la producción de los cultivos.

Para los aspectos que generan impacto bajo como electricidad, partículas de polvo, ruido, olores y vertimientos las empresas generadoras de la alternativa en unión con las productoras de clavel deben incorporar en su Sistema de Gestión Ambiental los mecanismos controladores y de acuerdo con el diagnóstico realizado, las siguientes son las actuaciones que comúnmente se implementan:

Aspecto	Actuación
Partículas de polvo físicas personal Salud	- Aislamiento del área con cercas vivas ó con barreras físicas - Entrega de Elementos de protección respiratoria a personal involucrado acorde con lo que estipule el Programa de Salud Ocupacional
Ruido personal Salud	-Entrega de Elementos de protección auditiva a personal involucrado acorde con lo que estipule el Programa de Salud Ocupacional
Olores	-Incorporación de insumos como aserrín, cal, microorganismos -Aumento del número de volteos ó disminución de su Frecuencia -Adecuación tamaño de pilas

Vertimientos	<ul style="list-style-type: none"> -Aumento del número de volteos ó disminución de su frecuencia -Impermeabilización del área sobre la cual se disponen los residuos vegetales -Construcción de canales recolectoras -Construcción de invernadero para el área dedicada al proceso
Electricidad	Ninguna

Actuaciones valoradas por las autoridades ambientales. Lo importante es que funcionen permanentemente y con los instructivos requeridos que garanticen el control operacional del proceso.

Tabla No. 16. Evaluación de la relevancia ambiental para proceso de generación de Biogás (digestión anaerobia)

PROCESO : DIGESTION ANAEROBIA PARA GENERACION DE BIOGÁS			
Recursos	Cantidad	Impacto	Argumentación
ENTRADAS Materias primas e insumos			
Residuos vegetales clavel	1 a 5 ton / semana	B	Generan si no reciben manejo contaminación al suelo, posiblemente al agua si entran en contacto con este recurso natural y causan alteración del paisaje.
Combustible Demanda de combustible fósil (motor)	14. 308 Kwh./a	C	Se utiliza gas natural que es el combustible no renovable relativamente abundante y de menor emisión contaminante considerado como alternativa de reconversión en varios sectores (automotor, residencial, etc.)
Electricidad	Ninguna	N	En el proceso se consume gas y la electricidad es en lo que se aprovecha el biogás
Agua	0.250 m3	C	Es un recurso que puede desarrollarse en seco y sí el proceso es húmedo el agua podría tomarse de reservorios ó de fuentes naturales de agua y en caso tal es una cantidad baja de agua
SALIDAS			
Emisiones	70% Metano 30% CO2 Trazas de SO2	C	El Biogás (metano) se aprovecha como energía Estos % de emisión en CO2 y SO2 no son contaminantes por las cantidades que se generan (ver anexo No. 2) La cantidad de CO2 puede ser disminuida sí se desarrollan procesos complementarios
Ruido	0 dB		No se genera, por debajo de 60 Db. No afecta vecinos
Vertimientos		N	Es un sistema completamente cerrado
Residuos Compost líquido -Lodos-	40% de lo que ingresa	N	El Residuo líquido generado es aprovechable como bioabono y se conduce a través de tubería cerrada para ser descargado directamente en praderas y/ó cultivos de hortalizas y flores. Sin embargo, debe ser caracterizado para su posible adecuación y posterior utilización
Incidentes posibles : Derrame de mezcla no procesada residuos vegetales y agua			
Evaluación general : Proceso con pocos impactos ambientales y permite el manejo adecuado de residuos vegetales de clavel			

En la anterior evaluación de relevancia ambiental del proceso de digestión anaerobia el aspecto de mayor impacto son los residuos vegetales de clavel y estos son los que manejan dentro de la alternativa, reduciéndose a biogás y como

subproducto el bioabono líquido un insumo aprovechable como biofertilizante y como tal contribuyendo a devolver parte de la materia orgánica que es extraída en la producción de los cultivos.

El biogás un insumo energético alternativo de gran importancia y utilidad.

Para los aspectos que generan impacto bajo como combustible, emisiones de CO₂, SO₂ y consumo de agua las empresas generadoras de la alternativa en unión con las productoras de clavel deben incorporar en su Sistema de Gestión Ambiental los mecanismos controladores. Hasta ahora para clavel sólo hay un proyecto piloto y por tanto las acciones de control se construyen al tiempo que la alternativa de manejo y deberán ser valoradas por las autoridades ambientales.

La presente monografía no involucro análisis de laboratorio para determinar la residualidad de pesticidas en los productos obtenidos en las alternativas evaluadas sin embargo, en ningún caso serán de utilización directa por animales ó humanos.

De acuerdo con lo anterior las alternativas para la disposición de los residuos vegetales y su manejo a través de compostaje mecanizado y digestión anaerobia son viables ambientalmente y conllevan a las empresas a procesos de producción más limpia. Lo que si deben las empresas productoras de clavel es incorporar en su sistema de gestión ambiental procedimientos para recibir, documentar y responder a las inquietudes que surjan de las partes interesadas.

5.3. FACTIBILIDAD ECONOMICA

En la determinación de sí las alternativas de manejo compostaje mecanizado (wildcat) y digestión anaerobia para los residuos vegetales son factibles económicamente se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Localización: En éste aspecto las dos alternativas en estudio se pueden llevar a cabo en la Sabana de Bogotá dentro de cada predio productor de clavel o asociado a las empresas que proveen el servicio o de otras empresas que agrupadas desarrollen las alternativas. Casos en los cuales se incrementa sólo el costo de transporte de los residuos vegetales.

- Las fuentes de financiación: Teniendo en cuenta los costos de las alternativas y enmarcadas en procesos de producción más limpia ambas tecnologías podrán ser susceptibles de solicitar recursos a fondos especiales de financiación así como también beneficiarse de estímulos tributarios como deducción de impuesto de renta y/o exclusión de IVA por las inversiones ambientales; opciones que pueden hacer que los floricultores de clavel puedan armonizar la producción con el manejo integral de los residuos vegetales.

- La vida útil esperada: Se puede estimar que con las inversiones requeridas en ambos procesos, mínimo es de 10 años

- Eeficiencia de los procesos: De ambos procesos se espera que sea mínimo del 40%, por lo cual la capacidad de restitución de material orgánico es favorable.

- Valor de inversiones requeridas y su relación costo/beneficio: En ambos procesos se pueden obtener ya sea por ahorros de fertilizantes orgánicos, venta de biofertilizantes, reducción de combustibles y/o compra de energía eléctrica. La Tabla No. 17.muestra los beneficios que generan los procesos estudiados.

Tabla No. 17. Beneficios económicos con las alternativas Wildcat y generación de biogás

BENEFICIO	COMPOSTAJE MECANIZADO- WILD CAT- (GENERACION DE COMPOST)	DIGESTION ANAEROBIA (GENERACION DE BIOGAS)
Ahorro de fertilizantes por consumo de materia orgánica producida en los procesos	SI	SI
Ahorro energético	No	SI

A continuación se relaciona la valoración económica de cada una de las alternativas desarrolladas, teniendo como denominador común para que sean comparables los análisis de una producción semanal por hectárea de 1 tonelada de residuos vegetales de clavel generados.

La tabla No. 18 presenta los insumos y costos requeridos cuando el compostaje es manual, se hace con recursos propios de las 2 empresas (parte en el diagnóstico) y que procesan el 30 % de los residuos vegetales de clavel generados

Tabla No. 18. Insumos, costos requeridos y beneficios obtenidos en compostaje manual de la empresa, con capacidad para procesar el 30% de los residuos vegetales de clavel.

INSUMO	CANTIDAD	COSTO/AÑO UNA EMPRESA	COSTO/AÑO OTRA EMPRESA
Tubos Perforados	10/ Pila	120.000,00	No usan
Plástico reciclado	30 m2/pila	00,00	00,00
Lonas Polipropileno (Capacidad 50 Kg.)	100 / Pila	150.000,00	150.000,00
Maquina Picadora	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Mano de obra Operario Agrícola	2	14.000.000,00	14.000.000,00
TOTAL		24.270.000,00	24.150.000

Si los anteriores costos se proyectan para procesar el 100 % de los residuos que se generan en una empresa floricultora éstos ascienden anualmente a **80.900.000 pesos**.

La tabla No. 19 presenta los beneficios obtenidos por manejo de los residuos a través de compostaje manual.

Tabla No. 19. Beneficios por compostaje manual

BENEFICIOS OBTENIDOS	CANTIDAD / Ha/ANUAL OBTENIDA TOTAL (Kg.)	VALOR/Ha./ANUAL TOTAL (\$)
Ahorro en fertilizantes orgánicos incorporados en sus nuevos procesos de producción	15.600	780.000

Es de anotar que normalmente las empresas si optan por incorporar el compost producido lo realizan antes de procesos de desinfección de nuevos cultivos de clavel. Esto para no incurrir en infestaciones tempranas de *Fusarium oxysporum fsp. dianthi*, lo que es un “mito” ya que los análisis del compost no registran presencia de este patógeno y en cambio lo que hacen es destruir la riqueza microbiológica del compost. Por tanto, acorde con las posibilidades lo incorporan en cultivos de rosa, pompon.

La tabla No. 20 presenta los costos en que incurren las empresas partes del diagnostico y que desarrollan la alternativa de compostaje mecanizado (wildcat), con capacidad para manejar el 100% de los residuos vegetales de clavel generados.

Tabla No. 20. Costos por manejo del 100% de los residuos vegetales de clavel a través de compostaje mecanizado wildcat

MANEJO	COSTOS (\$)AÑO
Compostaje Wildcat-externo- (una empresa)	42.000.000
Compostaje Wildcat en la empresa (tres empresas)	15.000.000
Compostaje Wildcat en la empresa (una empresa)	11.000.000

La diferencia en valores de esta alternativa esta dado por las diferentes modalidades de prestación del servicio wildcat y las empresas que lo prestan.

De esta manera wildcat externo implica que la empresa prestadora del servicio incurre en el procesamiento y transporte de los residuos vegetales en sus patios

de compostaje y no dentro de la empresa que los genera. Es decir funciona similar a un servicio público. Mientras que el compostaje dentro de la empresa implica que el proceso es desarrollado dentro de las empresas que generan los residuos y la empresa prestadora del servicio cobra por el funcionamiento de su maquina compostadora y su uso en los diferentes volteos. La diferencia en precios de esta modalidad esta dado porque existen diferentes empresas que prestan el servicio y que en general se puede apreciar en la tabla No. 21

Tabla No. 21. Costos por m3 de servicios de Manejo de residuos vegetales con Wildcat

No. EMPRESA PRESTADORA SERVICIO	ALTERNATIVAS	COSTO(\$)/ METRO CUBICO
1	Manejo de los residuos vegetales dentro de la empresa	10.000 /metro cúbico
	Servicio de recolección y manejo de los residuos vegetales en la empresa prestadora del servicio	4.500 /metro cúbico
	Manejo de residuos vegetales en la empresa prestadora del servicio sin recolección y transporte	500/metro cúbico
2	Manejo de los residuos vegetales dentro de la empresa	35.000/metro cúbico
3	Manejo de residuos vegetales en la empresa prestadora del servicio con recolección y transporte	5000/metro cúbico
4	Manejo de los residuos vegetales dentro de la empresa	14.000/metro cúbico
	Alquiler maquinaria	9.500/metro cúbico

Fuente: 4 Empresas que desarrollan la tecnología Wildcat y ofrecen sus servicios a las empresas de flores

Los beneficios obtenidos por el procesamiento de los residuos vegetales a través de compostaje mecanizado y acorde con la modalidad elegida se describen en la tabla No. 22.

Tabla No. 22. Beneficios obtenidos por manejo de residuos vegetales de clavel a través de compostaje mecanizado

MODALIDAD DE COMPOSTAJE MECANIZADO	BENEFICIOS OBTENIDOS	CANTIDAD / Ha/ANUAL OBTENIDA TOTAL (Kg.)	VALOR/Ha./ANUAL TOTAL (\$)
Wildcat dentro de la empresa generadora de los residuos	Ahorro en fertilizantes orgánicos incorporados en sus nuevos procesos de producción	52.000	2.600.000
Wildcat por fuera de la empresa generadora de los residuos	Ambiental únicamente por cuanto el compost que se produce queda para la empresa prestadora del servicio.		

La tabla No. 23 registra los costos por manejo del 100% de los residuos vegetales de clavel a través de biodigestión anaerobia y a su vez los costos por funcionamiento de la misma alternativa.

Tabla No. 23. Costos por manejo de residuos vegetales a través de biodigestión

COSTOS DE INVERSION		\$
Tanque biodigestor		88,000,000.00
Central de calefacción		154,000,000.00
Instalación		22,000,000.00
Planificación		22,000,000.00
TOTAL		286,000,000.00
GASTOS DE FUNCIONAMIENTO ANUAL		\$
Gastos materia cruda (Sustrato)		0.00
<i>Parte energía fósil (Motor)</i>		17600.00
Gastos utillaje, piezas de desgaste		7700000.00
<i>Trabajo, Esfuerzo</i>		528000.00
<i>Comienzo</i>		4400.00
Gastos personal		6424000.00
TOTAL		14, 674, 000.00

La tabla No. 24. Presenta los beneficios obtenidos por el manejo de los residuos vegetales a través de biodigestion anaerobia.

Tabla No. 24. Características y beneficios obtenidos a través de la biodigestion anaerobia para manejar los residuos vegetales de clavel

Producción de energía			
	Disponibilidad de la planta	%	70
	Horas anual de servicio	H	6,132
	Cantidad Biogás producido	m ³ /h	22
	Cantidad Biogás producido	m ³ /d	539
	Cantidad Biogás producido	m ³ /a	196,735
	Contenido específico de energía del gas	kWh/m ³	5.0
	Energía del Gas	kW	112
	Energía del Gas	kWh/d	2,695
	Energía del Gas	kWh/a	983,675
	Potencia eléctrica promedio	kW	36
	Potencia eléctrica instalada	kW	52
	Rendimiento eléctrico	%	30.0
	Trabajo anual eléctrico	kWh_el/a	295,103
	Consumo propio Energía eléctrica	kWh_el/a	29,510
	Precio de venta Electricidad	USD/kWh	0.09
		\$/KWh	198
	Electricidad	USD/a	24,145
		\$/a	53.119.000
	Potencia eléctrica térmica	kW	49
	Rendimiento térmico	%	44.0
	Trabajo anual térmico	kWh_th/a	432,817
	Consumo propio Energía térmica	kWh_th/a	142,830
	Precio de venta Calor	USD/kWh	0.00
	Calor	USD/a	0
		t/a	1,000
		USD/t	50
		USD/a	50,000
	Venta de compost	\$/a	110.000

De acuerdo con los datos anteriores se puede determinar que el compostaje manual es una de las alternativas que las empresas productoras de clavel tienen a su disposición. Aunque técnica y ambientalmente puede ser viable resulta de

acuerdo con la tabla No. 18 mucho más alta económicamente para manejar el 100% de los residuos vegetales generados.

En cuanto a la alternativa del compostaje mecanizado (wildcat) entre las diferentes opciones posibles la que maneja el procesamiento externo es la mas alta económicamente y no genera ningún beneficio económico para la empresa generadora de los residuos vegetales de clavel.

En cuanto a la alternativa de biodigestión anaerobia es una alternativa económica que requiere de una inversión inicial alta. Sin embargo, al tener en cuenta los beneficios obtenidos anualmente por ahorro energético, sumados a los que por venta de compost (lodos residuales) se puede estimar que la inversión se libra en corto tiempo (3 años). Sin profundizar en el tema por el alcance de la monografía sí es de mencionar que las empresas pueden recurrir a préstamos financieros ó a beneficios tributarios (Retorno IVA y descuentos en impuesto de renta) por inversiones ambientales como ésta y así contribuir con la factibilidad económica de la alternativa.

CONCLUSIONES

- El sector floricultor genera en promedio 1 tonelada de residuos de clavel por cada hectárea que se siembra para producción y exportación.
- Los residuos vegetales de clavel provienen de tres fuentes ó procesos: Erradicaciones, poscosecha y labores cultivo. Siendo los dos primeros los que generan aproximadamente el 74% de los residuos.
- En las empresas productoras de clavel existen diferentes manejos para los residuos vegetales como son: Compostaje no mecanizado, disposición en “botaderos” particulares, incorporación directa como abono verde y compostaje mecanizado (wildcat)
- Para el manejo de los residuos vegetales de clavel aún no se ha desarrollado en la Sabana de Bogotá la digestión anaerobia.
- Técnicamente el compostaje mecanizado (wildcat) y la digestión anaerobia permiten procesar el 100 % de los residuos de clavel generados.
- Desde el punto de vista ambiental el compostaje mecanizado (wildcat) y la digestión anaerobia, cumplen con criterios de producción limpia y legislación vigente para el manejo de residuos vegetales.

- Económicamente es inoperante la alternativa de compostaje no mecanizado para el 100 % de los residuos vegetales. En cuanto al compostaje mecanizado es factible para el mismo 100% siendo la modalidad de procesarlos en la empresa la más eficiente. Con respecto a la biodigestión anaerobia también es factible para el 100% de los residuos vegetales no obstante la inversión inicial es la más alta entre las alternativas consignadas en ésta monografía para manejar los residuos vegetales de clavel.

GLOSARIO

RESIDUOS: Material que queda después de haber realizado una operación ó trabajo

COMPOSTAJE MECANIZADO: Tecnología utilizada para la transformación de residuos de origen orgánico a través de maquinaria

DIGESTIÓN ANAEROBIA: Es la digestión de la biomasa, sin presencia de oxígeno y realizada por bacterias. También se denomina fermentación metánica.

BIOGAS: Mezcla de gases - metano (el principal componente del biogás), dióxido de carbono, hidrógeno, nitrógeno y ácido sulfhídrico - que se obtienen a partir de la descomposición en un ambiente anaerobio (sin oxígeno) de los residuos orgánicos, como el estiércol animal o los productos de desecho vegetal.

FACTIBILIDAD: Condición de ser factible lo que significa poder hacerse (proyecto, obra, etc.)

Dianthus caryophyllus: Nombre científico del clavel.

Fusarium oxysporum fsp dianthi: Nombre científico del patógeno que causa el marchitamiento del clavel.

ASOCOLFLORES: Sigla que identifica a la Asociación Colombiana exportadora de Flores.

CNPML: Sigla que identifica al Centro Nacional de producción más limpia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASOCOLFLORES. Código de conducta Florverde® . Bogotá. 1998.

ASOCOLFLORES. Florverde® cinco años. Bogotá. 2001. p. 21-23.

ASOCOLFLORES, et al. Guía Ambiental para el Subsector Floricultor. Bogotá. 2002. 122 p.

ASOCOLFLORES. Informe social, ambiental y Florverde®. Bogotá. 2002. p. 33-36

ASOCOLFLORES, 2003. En: www.asocolflores.org. 2004.

Bendeck, M. El aporte de residuos orgánicos: Salud para los suelos. En: IV Simposio de la floricultura. Nutrición y Fisiología. Medellín. 2004. p. 99-108.

Bernal, O. Fuentes de energía renovable. UIS. 2002. 125 p.

Calderón, A. et al . La porquinaza. Alternativas para su uso. COOPORCICOLA, 1992.

Carvajal, H., Energía para el desarrollo sostenible. UIS. Bogotá. 2002. 40 p.

Casas, W. Residuos sólidos. UIS. Bogotá. 2003.

- Consejo municipal de Madrid. Acuerdo 010. Prohibición para consumo de animales de desechos vegetales generados por la Industria de flores. Cundinamarca. 1995.
- Giraldo, E. Avances recientes en la digestión anaerobia de residuos sólidos Orgánicos y su potencial de utilización en la industria de flores. En: Seminario sobre manejo de residuos en la industria de flores. p. 28-41. 1994.
- Márquez, R. Análisis de los aspectos ambientales de una organización. En: Curso para responsables y auditores ambientales. CNPML. 2001. 56 p.
- Ministerio de Medio Ambiente. República de Colombia. Ley 99. Creación del Ministerio del Medio Ambiente y ordenamiento SINA. 1993.
- Ministerio de Medio Ambiente. República de Colombia. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio ambiente. 1973.
- Miranda, J., Gestión de proyectos: Identificación, formulación evaluación financiera – económica- social – ambiental- Cuarta edición. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá.2001. 438 p.
- Moreno, C. Residuos sólidos. UIS. Bucaramanga. 2000. p 150.
- Pedraza, et al. Preparación y evaluación de proyectos de impacto ambiental. UIS Bucaramanga. 2003.
- Pizano, M. El cultivo del clavel. Hortitecnia. 2000.

República de Colombia. Constitución política Nacional de Colombia. 1991.

Rossi, W. et al. El costeo basado en actividades. En: XVII Jornadas de ciencias económicas del cono sur. 2004. 22 p.

Uribe, G. Costos y beneficios derivados del tratamiento y manejo de los residuos de cosecha. Bogotá. P. 59-63. 1997.

UIS, et al. Sistema de información para la evaluación ambiental de sectores productivos. Bucaramanga. 1999. 475 p.

ANEXO No. 1

LEGISLACION COLOMBIANA QUE REGULA MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SUS ARTICULOS REGLAMENTARIOS

ART	ALCANCES
Constitución Nacional de 1991	
49	“... La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado...”, “... Corresponde al Estado organizar, dirigir y reglamentar la prestación de servicios de salud y de saneamiento ambiental conforme a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad...”
311	... Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes...”
319	“...Cuando dos o mas municipios tengan relaciones económicas, sociales y físicas, que den al conjunto características de un área metropolitana, podrán organizarse como entidad administrativa encargada de programar y coordinar el desarrollo armónico e integrado del territorio colocado bajo su autoridad; racionalizar la prestación de los servicios públicos a cargo de quienes la integran y, si es el caso, prestar en común algunos de ellos; y ejecutar obras de interés metropolitano.

Ley 9 de 1,979	
Código sanitario nacional	
29	Cuando por ubicación o el volumen de las basuras producidas, la entidad responsable del aseo no pueda efectuar la recolección, corresponderá a la persona o establecimiento productores su recolección, transporte y disposición final
30	Las basuras o residuos sólidos con características infectocontagiosas deberán incinerarse en el establecimiento donde se originen.
34	Está prohibido utilizar el sistema de quemas al aire libre como método de eliminación de basuras, sin previa autorización del ministerio de salud.
Decreto 2811 de 1974	
Código de Recursos Naturales	
34	En el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios, se observarán las siguientes reglas: a) Se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia, para la recolección, tratamiento, procesamiento y disposición final de residuos.
35	Se prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios y, en general, desechos que deterioren los suelos o, causen daño o molestia a individuos o núcleos humanos.
36	Para la disposición o procesamiento final de las basuras se utilizarán, preferiblemente, los medios que permitan: Evitar el deterioro del ambiente de la salud humana Reutilizar sus componentes Producir nuevos bienes Restaurar o mejorar los suelos

Ley 99 de 1993	
Creación Min. Ambiente y ordenamiento SINA	
65	<p>Corresponde en materia ambiental a los municipios y a los distritos con régimen constitucional especial, las siguientes atribuciones especiales:</p> <p>9) Ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimientos del municipio, así como <u>programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos</u> y de control de las emisiones contaminantes del aire.</p>
DECRETO 1713 DE 2002	
Reglamenta Prestación del Servicio de Aseo y Manejo Integral de Residuos Sólidos	
5	<p><i>Responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos.</i> 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.</p>
8	<p><i>Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS.</i> 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 y/o regional según el caso, en el marco de la política para la Gestión Integral de los Residuos expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual será enviado a las autoridades Ambientales competentes, para su conocimiento, control y seguimiento.</p>
67	<p><i>Propósitos de la recuperación y aprovechamiento.</i> La recuperación y aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos sólidos tiene como propósitos fundamentales:</p> <p>Racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los</p>

	<p>recursos naturales.</p> <p>Recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos.</p> <p>Reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en forma adecuada.</p> <p>Disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final.</p>
69	<p><i>Recuperación en los PGIRS.</i> Los municipios y distritos superiores a 8.000 usuarios del servicio público, al elaborar el respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, están en la obligación de analizar la viabilidad de realizar proyectos sostenibles de aprovechamiento de residuos; en caso de que se demuestre la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos, el Municipio y Distrito tendrá la obligación de promoverlos y asegurar su ejecución acorde con lo previsto en este decreto.</p>
74	<p><i>Localización de la planta de aprovechamiento.</i> Para la localización de la planta de aprovechamiento de materiales contenidos en los residuos sólidos, se deben considerar entre otros los siguientes criterios:</p> <p>Debe tenerse en cuenta los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, Plan Básico o Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT, y el Plan de Desarrollo del Municipio o Distrito.</p> <p>Debe ser técnica, económica y ambientalmente viable, teniendo en cuenta las condiciones de tráfico, ruido, olor, generación de partículas, esparcimiento de materiales, descargas líquidas y control de vectores.</p> <p>Debe considerar las rutas y vías de acceso de tal manera que minimice el impacto generado por el tráfico.</p>
85	<p><i>Disposición final regionalizada.</i> En desarrollo del concepto de economías de escala, el Municipio o Distrito como responsable de asegurar la prestación del servicio público de aseo y las personas prestadoras del servicio pueden optar por realizar rellenos sanitarios o tecnologías donde se preste el servicio de disposición final a dos o más municipios, para lo cual se tramitarán las autorizaciones, licencias o permisos</p>

	correspondientes ante la autoridad ambiental competente.
86	<i>Presencia de recicladores.</i> Se prohíbe la presencia de recicladores en el frente de trabajo de los rellenos sanitarios.
87	<p><i>Características básicas de los sitios para disposición final.</i> Los sitios para realizar la disposición final, deben tener las siguientes características básicas:</p> <p>Estar considerado en el correspondiente Plan de Ordenamiento Territorial, POT, Plan Básico o Esquema de Ordenamiento Territorial, debidamente concertado con la autoridad ambiental correspondiente.</p> <p>Permitir la ejecución de la disposición final en forma técnica, económica y ambientalmente segura.</p> <p>La vida útil del sitio debe ser compatible con la cantidad de residuos a disponer, los costos de adecuación y las obras de infraestructura.</p> <p>Garantizar la accesibilidad al sitio.</p> <p>Disponer de material de cobertura.</p> <p>Permitir la minimización de los riesgos al medio ambiente y a la salud humana.</p>
88	<p><i>Restricciones generales para la ubicación de rellenos sanitarios.</i> Se establecen como restricciones generales para la ubicación y operación de los rellenos sanitarios las siguientes:</p> <p>La distancia mínima horizontal con respecto al límite de cualquier área urbana o suburbana, incluyendo zonas de expansión y crecimiento urbanístico será 1.000 m, distancia que puede ser modificada según los resultados de los estudios ambientales específicos.</p> <p>La distancia mínima del sitio de disposición final a los pozos de agua para consumo humano, tanto en operación como en abandono, a los manantiales y a cualquier fuente superficial de agua, debe ser de 500 m, distancia que puede ser modificada según los resultados de los estudios ambientales específicos.</p> <p>El sitio de disposición final no deberá ubicarse en zonas de pantanos, humedales, rondas de los ríos y/o áreas protegidas ambientalmente.</p>

	<p>No deben construirse sitios de disposición final en áreas propensas a zonas de fallas geológicas.</p> <p>No deberá ubicarse en sitios que puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad del relleno.</p> <p>En aeropuertos donde maniobren aviones de motor a turbina y aviones de motor a pistón, las distancias mínimas serán 3.000 m y 1.500 m, horizontales respectivamente.</p>
89	<p><i>Selección del sitio.</i> Para la selección del sitio de disposición final de los residuos sólidos, en la etapa de factibilidad, el interesado deberá realizar un estudio de alternativas y cumplirá las demás exigencias determinadas en la Ley 99 de 1993 y demás normatividad ambiental vigente.</p>
97	<p><i>Criterios operacionales.</i> La persona prestadora del servicio de disposición final de un relleno sanitario para residuos sólidos provenientes del servicio público de aseo, en la modalidad de servicio ordinario, deberá garantizar, entre otras, el cumplimiento de las siguientes condiciones durante la fase de operación:</p> <p>Prohibición del ingreso de residuos peligrosos.</p> <p>Prohibición del ingreso de residuos líquidos y todos contaminados.</p> <p>Prohibición del ingreso de cenizas prendidas.</p> <p>Disponibilidad de material de cobertura para garantizar el cubrimiento de los residuos diariamente.</p> <p>Control de vectores y roedores.</p> <p>Control de gases y las concentraciones que los hacen explosivos.</p> <p>Control del acceso al público y prevención del tráfico vehicular no autorizado y de la descarga ilegal de residuos.</p> <p>Prohibición de la realización de reciclaje en los frentes de trabajo del relleno.</p> <p>Prohibición del vertimiento o descarga de lixiviados y contaminantes en los cuerpos de agua, tanto subterránea como superficial, incluyendo las zonas de humedales.</p> <p>Mantenimiento del registro actualizado de las operaciones realizadas.</p>

ANEXO No. 2

Normas de calidad del aire en Colombia a condiciones de referencia
(25 grados centígrados y 760 mm Hg.)

CONTAMINANTE HORIZONTE DE TIEMPO	MATERIAL PARTICULADO EN SUSPENSION	SO2 pg/m3	CO pg/M3	O3 pg/m3	NOx Pg/m3
1 hora			50	170	
3 horas		1500			
8 horas			15		
24 horas	400	400			
Promedio anual	100	100			100

Fuente: Decreto 02 de 1982 del M.S.