

MANUAL PARA EL MANEJO DE DESECHOS DE LA AGROINDUSTRIA DE TAJADA DE PLATANO EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA



EDWIN CAUSADO RODRIGUEZ

EDITH GORDON CANCIO

ETNA BAYONA VELÁSQUEZ

**PRODUCTO CIENTIFICO DEL PROYECTO “FORMULACIÓN DE LA CADENA
LOGISTICA AGROINDUSTRIAL DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA INDUSTRIA
DE TAJADAS DE PLATANO EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA”.
FINANCIADO POR EL FONDO PATRIMONIAL PARA LA INVESTIGACIÓN DE
LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA - FONCIENCIAS**

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA - 2013

**MANUAL PARA EL MANEJO DE DESECHOS DE LA
AGROINDUSTRIA DE TAJADA DE PLATANO EN EL
DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA**

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos	5
Presentación	7
Introducción	9
Alcance	10
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	11
Glosario	12
Aspectos Teóricos	18
Marco Legal	35
Gestión y Aprovechamiento de Residuos Sólidos Obtenidos del Proceso	41
Identificación y Evaluación de Alternativas	48

Conclusiones	63
Bibliografía Recomendada	65

AGRADECIMIENTOS

Mediante la presente, queremos aprovechar la oportunidad para agradecer a la Universidad del Magdalena, por apoyar este tipo de iniciativas al financiar proyectos de investigación, por parte de FONCIENCIAS de la Vicerrectoría de Investigación, que en ultimas pretende avanzar en propuestas de carácter productivo que aporten a un mayor desarrollo de nuestros territorios y a una mayor dinámica productiva, que genere inclusión y el buen manejo de los recursos, humanos, ambientales y económicos presentes en el departamento del Magdalena y a nivel nacional.

En este sentido, es de suma importancia expresar nuestros más sinceros agradecimientos a aquellas personas y organizaciones que facilitaron e hicieron posible este proyecto; En especial agradecimientos a: Hugo Quintero y Omar Rodríguez (IED San Francisco Javier de Garagoa), Eduardo Cabrera (Director Planta Piloto Pesquera de Taganga – Universidad del Magdalena), Álvaro Espeleta (Docente Programa Ingeniería Pesquera – Universidad del Magdalena), Juan Carlos De La Rosa (Decano Facultad de Ingeniería – Universidad del Magdalena), Rafael Linero (Director Programa de Ingeniería Industrial – Universidad del Magdalena), José Henry Escobar (Vicerrector de Investigación – Universidad del Magdalena), Álvaro Somerson (Asistente Vicerrectoría Investigación), Guillermo Ceballos (Director (e) Gestión del Conocimiento – Vicerrectoría de Investigación), Isaac Romero (Coordinador Laboratorio Calidad de Agua de la Universidad del

Magdalena), Jesús Barreto y Antonio Martínez Lengua (Estudiantes Ingeniería Industrial - Universidad del Magdalena),entre otros.

PRESENTACIÓN

Existen varios problemas generalizados a nivel empresarial que en la actualidad aquejan a los directivos encargados de la toma de decisiones en materia ambiental, siendo uno de los más complejos la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, especialmente por las altas tasas de generación de desechos, la afectación al ambiente, la pérdida de oportunidades para la generación de nuevos ingresos y la necesidad de efectuar los procesos de manera más rápida o expedita con un consecuente incremento en la producción de los mismos.

El gran problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, pues su presencia es bastante más notoria y sus efectos son igualmente molestos tanto por su aspecto como por la incomodidad que generan al contrastar fuertemente con el paisaje y generar toda clase de olores. Además de las implicaciones que tienen al interactuar con otros componentes de los sistemas naturales y aun con aquellos estructurados y materializados por el hombre, en donde los más afectados son los cuerpos de agua y la salud de la población adyacente. Son varios los ángulos de percepción, pero los más importantes se relacionan con la contaminación de fuentes de agua, la proliferación de focos infecciosos, la falta de una cultura de la ciudadanía en torno a la cada vez mayor producción de desechos y la dificultad de ubicar sitios apropiados para el almacenamiento indefinido de aquellos residuos que definitivamente no tienen usos adicionales o factibles.

Estas coyunturas han determinado la necesidad de definir la planificación de la gestión de los residuos sólidos de la industria de tajada de plátano entre otras; a través del siguiente manual de manejo de desechos de la industria de tajada de plátano, encontrando entre otras cosas, que son importantes las alternativas de abordaje empresarial en procura de optimizar los recursos y minimizar los impactos.

De acuerdo con IDEAM, usualmente los residuos han sido “manejados” simplemente disponiéndolos en lugares alejados de los centros poblados, directamente en cuerpos de agua, efectuando quemas o enterrándolos, tan solo para citar algunos. Esto es relevante si se miran cifras como las de producción nacional de residuos sólidos en el país, la cual llega a las 9.855.000 ton/año, a razón de 0,4 a 0,6 kg/hab/día para municipios de menos de 50.000 habitantes. El 63% de estos residuos, se manejan de forma inadecuada; en donde su disposición final por enterramientos, vertederos a cielo abierto o cuerpos de agua, puede alcanzar el 30% y adicionalmente del 7% de estos desechos no se cuenta con información.

Teniendo en cuenta estos aspectos y la necesidad de minimizar los impactos producidos por los desechos generados en esta actividad productiva, se propone la realización de este manual.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de producción de las empresas productoras de tajada de plátano se generan una serie de subproductos, desechos sólidos y líquidos que deben ser manejados de tal forma que impida la contaminación del producto final y se minimice el impacto ambiental. La totalidad de estos desechos del proceso productivo son considerados residuos.

Desafortunadamente, en los diferentes ambientes de trabajo presentes dentro de los establecimientos de producción de tajada de plátano, se pueden crear hábitats para plagas y animales no deseados, si no se realiza un manejo adecuado de los residuos que se generen en esta agroindustria; además de aquellas interacciones que se puedan generar con especies biológicas en estas zonas (microorganismos, insectos, entre otros), lo que pudiera desencadenar situaciones de riesgo para la materia prima en proceso, al personal manipulador, incluso al consumidor final, por deterioro del producto, por la presentación o contaminación, alterando su composición, causando desde leves molestias hasta daños severos.

Algunas especies de plagas son vectores o transmisoras de agentes infecciosos causantes de enfermedades. Las plagas más importantes a controlar son los roedores y las moscas domésticas. Las medidas preventivas están orientadas a impedir la aparición y proliferación de estas plagas, por medio de la implementación

de programas de control integral que incluyan estrategias de gestión ambiental, porque un ambiente deteriorado presenta las condiciones óptimas para su reproducción.

ALCANCE

El presente manual de residuos sólidos está orientado hacia la transformación sanitaria y aprovechamiento final de los desechos que se generan durante los procesos de recepción, producción de los productos de las empresas productoras de tajada de plátano.

OBJETIVO GENERAL

Facilitar estrategias de gestión, para lograr un adecuado manejo de los residuos sólidos orgánicos procedentes del proceso productivo de las empresas productoras de tajada de plátano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evitar el deterioro del medio ambiente a través de una correcta evaluación de los residuos sólidos generados por estos establecimientos.
- Prevenir la contaminación de las materia prima, producto en proceso, producto final, equipos y utensilios; retirándolos rápidamente de las diferentes superficies del área de producción, en sus respectivos recipientes sanitarios.
- Facilitar información actualizada al personal manipulador y al encargado de la recolección y disposición de los residuos, del manejo adecuado de desechos, de la importancia de los residuos y de los factores de riesgo que pueden generar contaminación del producto final.

GLOSARIO

BASURA. Todo residuo sólido o semisólido, putrescible o no putrescible. Se incluyen los desperdicios, desechos, cenizas, entre otros.

BASURERO. Botadero, vertedero o vaciadero.

BOTADERO. Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario. Sinónimo de vertedero, vaciadero o basurero.

CONTENEDOR. Recipiente de capacidad variable empleado para el almacenamiento de residuos sólidos.

DESECHO. Cualquier producto deficiente, inservible o inutilizado que su poseedor destina al abandono o del cual quiere desprenderse.

DESPERDICIO. Todo residuo sólido o semisólido de origen animal o vegetal, sujeto a putrefacción, proveniente de la manipulación, preparación y consumo de alimentos.

DESRATIZACIÓN. Tiene como objetivo el control de los roedores (ratas y ratones) dentro y fuera de las instalaciones. Se fundamenta en la prevención, impidiendo que los roedores penetren, vivan o proliferen en los locales o instalaciones de la empresa.

DISPOSICIÓN SANITARIA DE BASURAS. El proceso mediante el cual las basuras son colocadas en forma definitiva, sea en el agua o en el suelo, siguiendo, entre otras, las técnicas de enterramiento, relleno sanitario.

ENTERRAMIENTO DE BASURAS. La técnica que consiste en colocarlas en una excavación, aislándolas posteriormente con tierra u otro material de cobertura.

ENTIDAD DE ASEO. La persona natural o jurídica, pública o privada, encargada o responsable en un municipio o distrito de la prestación del servicio de aseo, como empresas, organismos, asociaciones o municipios directamente.

FUMIGACIÓN. Método de control químico de plagas.

INFECCIÓN: Es la presencia de virus, bacterias, rickettsias dentro de un determinado cuerpo.

INFESTACIÓN. Es la presencia y multiplicación de plagas que pueden contaminar o deteriorar los alimentos y/o las materias primas. Se refiere al número de individuos de una especie considerados como nocivos en un determinado lugar.

LIXIVIADO. Líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, humedad de la basura y descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos. Sinónimo de percolado.

LODO. Líquido con gran contenido de sólidos en suspensión, proveniente de la mezcla profusa de agua y tierra, por operaciones como el tratamiento de agua, de aguas residuales y otros procesos similares.

MANEJO. Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente. Incluye el almacenamiento, el barrido

la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento, la disposición final y cualquier otra operación necesaria.

MEDIDA PREVENTIVA. Son todas aquellas actividades encaminadas a reducir la probabilidad de aparición de un suceso no deseado.

PLAGA. Numerosas especies de plantas o animales indeseables que pueden contaminar o deteriorarlos alimentos y/o las materias primas.

PLAGUICIDA. Cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir o controlar toda especie de plantas o animales indeseables, abarcando también cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a ser utilizadas como reguladoras del crecimiento vegetal, como defoliantes o como desecantes.

RESIDUO SÓLIDO. Todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, que se abandona, bota o rechaza, o puede ser reutilizable.

RESIDUO SÓLIDO DOMICILIARIO. Residuo que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

RESIDUO SÓLIDO COMERCIAL. Residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.

RESIDUO SÓLIDO INSTITUCIONAL. Residuo generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, así como en terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras entidades.

RESIDUO SÓLIDO INDUSTRIAL. Residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipos e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.

ROEDOR. Constituyen el orden más numeroso de los mamífero, dotados de incisivos largos y fuertes de crecimiento continuo, carecen de premolares, son muy prolíficos, gregarios y voraces.

TRATAMIENTO. El proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, y en el cual se puede generar un nuevo residuo sólido, de características diferentes.

VECTOR. Artrópodo u otro invertebrado que transmite infecciones por inoculación en piel y/o mucosas o por siembra de microorganismos transportados desde una fuente de contaminación hasta un alimento u objeto. El vector puede estar infectado o ser simplemente un portador pasivo o mecánico del agente infeccioso.

ZOONOSIS. Enfermedades transmisibles en común al hombre y a los animales.

ASPECTOS TEORICOS

El plátano es de la familia musáceas, y especies *musa cavendishii* (plátanos comestibles cuando están crudos) y *m. paradisiaca* (plátanos para cocer), tiene su origen en Asia meridional, siendo conocida en el mediterráneo desde el año 650. La especie llegó a canarias en el siglo XV y desde allí fue llevada a América en el año 1,516. El cultivo comercial se inicia en canarias a finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

La planta es una herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas. Posee un fruto oblongo que durante su desarrollo se dobla geotrópicamente, según el peso de este, hace que el pedúnculo se doble. Esta reacción determina la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos; siendo de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo.

Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, que desarrollan una masa de pulpa comestible sin la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. La partenocarpia y la esterilidad

son mecanismos diferentes, debido a cambios genéticos, que cuando menos son parcialmente independientes.

La mayoría de los frutos de la familia de las Musáceas comestibles son estériles, debido a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados.

Los residuos Generados por la industria de tajada de plátano, encajan perfectamente dentro de los objetivos de la política ambiental sobre manejo de residuos sólidos, la cual tiene como finalidad prevenir los impactos negativos al ambiente y a la salud humana ocasionados por el manejo inadecuado de los mismos, siguiendo los principios: de evitar o minimizar la generación, separar en la fuente, recuperar y reaprovechar todos los materiales que sean técnicamente posibles y económicamente factibles, tratándolos adecuadamente como materiales reciclables.

Desde esta perspectiva, resulta importante considerar que los residuos sólidos siempre han estado y estarán ligados a todas las actividades humanas y animales, es por ello que el hombre, históricamente los ha manejado de acuerdo a las condiciones de cada época. La evacuación inapropiada de “las basuras” en la edad media y renacentista generó una gran cantidad de vectores que afectaron significativamente la salud pública de los habitantes de estos periodos y fue

solo hasta el siglo XIX cuando se tomó conciencia de la importancia que tiene el manejo adecuado de los residuos sobre la salud humana y se empezaron a desarrollar prácticas más apropiadas para la disposición de los Desechos. Más adelante aparece el concepto de Gestión de Residuos Sólidos que no solo involucra la salud pública como único principio sino también la estética, la economía, la ingeniería y otras consideraciones ambientales.

Más allá de la simple eliminación o el aprovechamiento por métodos seguros de los desechos producidos y procurar resolver la causa fundamental del problema intentando cambiar las pautas no sostenibles de producción y consumo, un sistema de gestión integrada debe reducir los impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente, así como promover la valorización y aprovechamiento de los residuos.

En este sentido, la gestión integral de residuos debe contemplar la minimización de la producción de residuos (reducción en origen), reciclaje, transformación de residuos y disposición final adecuada. Así mismo, las mi-pymes o empresas más pequeñas tienen deberes de protección ambiental y diversas posibilidades de intervención; en particular deberán:

- Promover la recogida de sus residuos, organizando almacenamientos adecuados intermedios para: botellas inservibles, plásticos, vidrios y otros residuos susceptibles de ser aprovechables.
- Eliminar en el lugar todos aquellos residuos que puedan ser aprovechados oportunamente, como los residuos vegetales (restos de comida y alimentos) que se puedan utilizar para compostaje (Tchobanoglous et al 1994).

Al nivel de pequeñas empresas, muy a menudo no es posible dotarse de plantas de tratamiento de tecnología compleja, sin embargo algunas logran dotarse de una infraestructura que permita garantizar una gestión razonable del ambiente.

En empresas de localidades aisladas, la posibilidad de intervención directa está limitada a las estructuras de almacenamiento temporal, eliminación de residuos y a la sensibilización de los operarios de estas últimas.

Dentro de la contextualización requerida para el desarrollo de este manual se tendrán en cuenta los siguientes conceptos:

1. Compostaje: Está definido como la intervención humana dentro del proceso natural de descomposición de la materia orgánica con una combinación de condicionales ambientales apropiadas y un tiempo adecuado, dicho de otra

manera, es un proceso bioxidativo controlado, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos, que requiere una humedad adecuada y substratos biodegradables heterogéneos en estado sólido, y que produce al final de los procesos de degradación, CO₂, agua y minerales, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y dispuesta para su empleo en la agricultura sin que provoque fenómenos adversos; el producto resultante en dicho proceso es denominado compost.

Principios básicos de preparación del compostaje:

La preparación se puede realizar mediante la descomposición de la materia orgánica en condiciones aerobias o anaerobias. La condición aerobia, o sea en un medio con oxígeno, es más común y preferida que la descomposición anaerobia, debido a que esta última genera olores desagradables y su temperatura no llega a eliminar los microbios patógenos. Por el contrario, el compostaje en un substrato aerobio experimenta un incremento espontáneo de temperatura, favorece la descomposición de la materia orgánica, elimina microbios patógenos y no libera malos olores. Las etapas para este proceso son:

Preparación: selección de los residuos biodegradables que pueden ser utilizados en el proceso; consta de actividades como: recepción, clasificación, separación, triturado, adición de inocular, en esta etapa se prepara para la digestión.

Digestión: su principal objetivo es crear un ambiente en el cual los microorganismos puedan descomponer rápidamente la porción orgánica de los residuos sólidos.

Curado: (fase opcional), que permite mayor tiempo para la estabilización del material, si el producto va ser utilizado inmediatamente este se hace necesario; pero si se va a agregar en un área que no será utilizada, el curado se llevara a cabo en el sitio de recepción final.

Acabado: consiste en el tamizado con el fin de mejorar la apariencia final del producto, esta fase dependerá del uso final o mercadeo del compost.

Almacenamiento: esta fase final puede darse de dos maneras: al aire libre o en recinto cerrado.

De otra parte es importante tener en cuenta los factores necesarios para efectuar el compostaje y los cambios que estos sufren a medida que se va desarrollando el proceso; para abordar dicho punto se deben tener en cuenta los conceptos manejados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje son:

Temperatura: La temperatura óptima oscila entre 35 y 55°C para conseguir la eliminación de patógenos y algunos parásitos.

Humedad: Los niveles óptimos están entre 40 al 60. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas; para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 %, mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%. (MMA 2002)

PH: Los residuos sólidos normalmente tienen un pH de 5.0 y 7.0. Debido a la producción de ácidos volátiles este baja entre 4.5 y 5.5 en los primeros dos días, posteriormente se eleva debido a una reacción alcalina, hasta obtener un valor entre 8.0 y 9.0. Al continuar el proceso el pH se ajusta a un valor cercano a 7.0. A menudo se utiliza cal para contrarrestar las condiciones ácidas originales que puedan afectar el proceso.

Relación C/N equilibrada: El Carbono y el Nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica, por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica y si es muy baja no afecta al proceso, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco.

Oxígeno: La concentración dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo, al igual que de la presencia o ausencia de aireación forzada

Microrganismos: Son los que realizan la descomposición de la materia, son muy variados –bacterias, hongos y actinomicetos– y se especializan en diferentes tipos de materia orgánica.

2. Lombricompostaje / lombricultura: Es el proceso biológico de la transformación de la materia orgánica a humus (compuesto estable) a través de una descomposición aerobia realizada principalmente por lombrices. Es un compostaje ayudado por las lombrices lo que se traduce en una mayor velocidad de descomposición gracias a la intervención de estos organismos. Las lombrices ingieren grandes cantidades de materia orgánica descompuesta, de esta ingesta convierten hasta un 60% en una sustancia llamada lombricompost o humus de lombriz o vermi-compuesto. El lombricompost es inodoro, no se pudre ni fermenta y su apariencia es similar a la tierra.

Requisitos básicos para el desarrollo de la lombriz:

Agua: El cuerpo de las lombrices tiene 75% a 85% de agua. La humedad del substrato donde viven influye directamente en su desarrollo. El medio donde viven las lombrices no debe estar seco ni fangoso. La humedad ideal se reconoce

por la apariencia de tierra húmeda, requiriéndose aproximadamente 10 litros por día por cada m².

Aireación: La aireación debe ser natural, pero suficiente. Las camas de lombrices no deben tener más de 0,5 m de profundidad para facilitar la aireación. Esto permite el desarrollo de una flora aerobia para la alimentación de las lombrices.

Factores químicos: La lombriz necesita un substrato con 1,5% de nitrógeno. El contenido de nitrógeno y fijación de otros factores químicos apropiados para la vida de la lombriz se logra con una pre-compostificación de la materia orgánica mediante cúmulos o pozas por 15 días aproximadamente.

Temperatura: La temperatura ideal para esta lombriz es 25°C; por encima de 30°C el crecimiento disminuye; los valores por debajo de 5°C y encima de 35°C son fatales para esta lombriz. Por esto, la lombricultura no se recomienda en zonas de climas extremos.

Estructura de un proyecto de lombricultura:

a. Acondicionamiento de los viveros de lombriz:

La composición del sustrato es variable, pero se recomienda la siguiente proporción: 50% de paja seca o aserrín de madera más 50% de estiércol de bovino mezclado con cáscaras de frutas (para este caso de plátano) y vegetales frescos.

La superficie del vivero se debe cubrir con paja u otro material similar a fin de evitar la pérdida de humedad por los rayos solares. Se pueden emplear recipientes rectangulares con una profundidad máxima de 0,5 m para acondicionar los viveros de lombrices. Lo importante es que estos recipientes drenen el exceso de agua del sustrato, pero a su vez deben evitar que las lombrices se escapen.

b. Introducción de las lombrices en el vivero:

Se coloca una pequeña cantidad de lombrices sobre la superficie del sustrato y si luego de 5 horas como máximo no están en el fondo del vivero, se hace pequeños hoyos en la superficie. En caso que las lombrices no desaparezcan de la superficie del vivero luego de 5 horas, hay que preparar o acondicionar nuevamente el sustrato, porque esto indicaría que el medio no es aparente para el desarrollo de las lombrices.

A los 60 días, la población de lombrices en el vivero habrá aumentado significativamente, procediéndose a retirar las lombrices para dar inicio al vermicompostaje.

c. Vermicompostaje:

Es el proceso de producción de humus de lombriz. Se puede usar restos de rastrojos, papeles, desechos de la poda de jardines, residuos de comida (cáscaras de frutas y vegetales), en este caso residuos de tajadas de plátano. Las camas de vermicompostaje por lo general son de 30 cm de profundidad por 1 a 2 m de ancho; el largo depende de la materia orgánica disponible y volumen de las lombrices. Se recomienda introducir alrededor de 500 lombrices por metro cuadrado de cama de vermicompostaje.

El tiempo de cosecha del vermicompostado varía según el manejo de la técnica y los factores ambientales y puede durar de 45 a 180 días.

3. Caja de almacenamiento:

Es el recipiente metálico o de otro material técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen productivo, en condiciones herméticas y que facilite el manejo o remoción por medios mecánicos o manuales.

Características mínimas de las Cajas de Almacenamiento:

De construcción: El punto de recolección podrá construirse superficial o semienterrado según lo establezca el prestador de acuerdo con las necesidades de la operación y con el objeto de proporcionar seguridad y adecuado manejo de los residuos.

Estará conformado por una placa en concreto de un metro de largo por un metro de ancho (1x1mt), una malla de recubrimiento, un contenedor o caja de almacenamiento fijo o móvil con tapa, cuya altura no supere un metro.

Si el punto de recolección es semienterrado, el diseñador debe tener en cuenta la profundidad, altura, dimensiones y materiales de construcción del punto de acuerdo con la operación del servicio y la cantidad de residuos a depositar en el sitio. La tapa del contenedor o caja de almacenamiento debe ser de fácil manipulación para facilitar el depósito y retiro de los residuos de su interior.

Del mantenimiento y la limpieza: El operador se encargará de la limpieza y mantenimiento del punto de recolección. La limpieza del punto de recolección se realizará una vez se termine la recolección de los residuos allí depositados. El contenedor o caja de almacenamiento se mantendrá tapada.

De identificación: El sitio deberá contar un letrero o valla informativa de identificación que deberá contener la siguiente información: La frase “punto de recolección de residuos sólidos”, el nombre del punto de recolección establecido por el sistema de almacenaje. El día y la hora de recolección para el correspondiente procesamiento de los residuos.

De ubicación: El punto de recolección podrá ubicarse considerando espacios aledaños a la vía o intersecciones de vías de acceso a las instalaciones de la empresa, también se debe tener en cuenta el proceso que genera la mayor cantidad de desechos, a fin de no perder tiempo en la recolección de residuos y captar la mayor cantidad de estos en forma explícita, que no interfieran con el tránsito normal del proceso productivo de la empresa. Deberá ser de fácil acceso peatonal y vehicular, considerar la minimización de impactos sanitarios negativos a las viviendas aledañas y en áreas que no interfieran ni alteren el tránsito normal de las vías y que garanticen una adecuada maniobrabilidad del vehículo recolector.

Transporte de Residuos Sólidos: El componente de transporte del sistema de aseo consiste en el traslado de los residuos sólidos desde el último punto de recolección hasta el sitio de tratamiento, aprovechamiento o disposición final de los mismos. El transporte de los residuos se realizará por vías cuyas condiciones permitan el fácil desplazamiento y maniobrabilidad del vehículo, particularmente para las áreas

rurales las vías deberán cumplir con las características mínimas establecidas en el presente manual.

Vehículo recolector: El tipo de vehículo recolector que se utilizará en el componente de recolección puede ser volqueta o vehículo con góndola cuyas características según el tipo de vehículo y la pertinencia para el área, son las señaladas en el artículo 49 del Decreto 1713 de 2002.

Cuando por condiciones de capacidad y dimensiones de las vías de la empresa, dificultades de acceso o condiciones topográficas no sea posible la utilización de vehículos con las características antes señaladas, la dirección competente evaluará previamente a su ejecución, la conveniencia de utilizar diseños o tipos de vehículos diferentes.

Los equipos, accesorios y ayudas de que estén dotados los vehículos destinados para transporte de residuos sólidos deben funcionar permanentemente en condiciones adecuadas para la prestación del servicio, para lo cual se someterán a revisión periódica de mantenimiento preventivo y correctivo.

Los vehículos de recolección de residuos sólidos deben lavarse al final de la jornada diaria. El lavado no puede efectuarse en áreas públicas y está sometido a las reglamentaciones que al respecto fije la autoridad competente.

Almacenamiento y Disposición final de los Residuos Sólidos: Se recomienda almacenar diariamente en canecas con tapa, o en bolsas plásticas o costales los residuos clasificando y separando por un lado los biodegradables, es decir, los residuos orgánicos de los no biodegradables como son los papeles, cartones, vidrios, plástico y metal.

Los recipientes de los residuos sólidos deben ser: Impermeables y resistentes, fáciles de limpiar, llenar y vaciar, de tamaño y peso adecuado para su vaciado, con tapa. Los residuos almacenados en canecas o bolsas plásticas deben ser sacados fuera a un depósito provisional, protegidos del agua lluvia y de altas temperaturas, mientras se hace el procedimiento de disposición final.

Es importante establecer sitios estratégicos de acopio, teniendo en cuenta distancias y sitios disponibles con vías de acceso. Lo anterior con el fin de facilitar y hacer más eficiente el manejo de estos, o con asociaciones de recicladores y/o recuperadores, para diseñar rutas de recolección para que este material sea recogido periódicamente en fechas acordadas con la empresa máximo cada dos días.

4. Reciclaje: Proceso mediante el cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede costar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva (acopio), reutilización, transformación y comercialización.

5. Residuo sólido: cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, rechaza o entrega después de haber sido consumido usado en actividades domésticas, industriales, comerciales e institucionales o de servicios, Los residuos sólidos con valor se llaman materiales aprovechables, pueden ser de tipo orgánico (residuos de la industria de tajada de platano) e inorgánico; los residuos aprovechables se definen como cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo y su posterior aprovechamiento.

6. Residuo sólido aprovechable: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

7. Residuo sólido no aprovechable: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

8. Residuos no biodegradables: Material o sustancia que no es degradable naturalmente. Materiales que resisten la acción transformadora de los microorganismos.

9. Residuo sólido reciclable: Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima. Entre estos residuos se encuentran: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.

10. Unidad de almacenamiento: Es el área definida y cerrada, en la que se ubican las cajas de almacenamiento en las que el usuario almacena temporalmente los residuos sólidos.

MARCO LEGAL

En este ámbito, se acude a la definición del decreto 1713 del año 2002, que señala a los residuos sólidos o los desechos, como cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Los impactos asociados con el manejo inapropiado de los residuos sólidos Según Jaramillo 2002, Roben 2002 y Giraldo 1977 son:

- Enfermedades respiratorias, dérmicas y digestivas, asociadas a los vectores que proliferan por la existencia de estos botaderos a cielo abierto.
- Contaminación microbiológica de los cuerpos de agua receptores de los residuos y por consiguiente deterioro de los ecosistemas que allí subsisten.
- Riesgo para las comunidades que se encuentran aguas debajo de los cuerpos de agua por ingestión o contacto directo.
- Taponamiento del cuerpo de agua y posibles represamientos debido a la acumulación de estos residuos depositados dentro del cauce.

- Deterioro estético del lugar, percepción de olores ofensivos dentro del área de influencia.

El marco legal aplicable en este manual de gestión de residuos sólidos es la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Descripción y ámbito legal de la normativa para el manejo de residuos sólidos de la industria de tajada de plátano

AMBITO	NORMA	DESCRIPCION
SANITARIO Y AMBIENTAL	Constitución Política de Colombia	Por medio del cual se establecen las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de Aseo
	Decreto 1713 de 2002	Reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001. Sobre la obligatoriedad de prever la disposición final en cumplimiento del PGIRS desde el punto de vista sanitario, ambiental, económico y técnico.
	Decreto 1140 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002

AMBITO	NORMA	DESCRIPCION
	Decreto 1505 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002
	Ley 142	Servicios Públicos domiciliarios.
SANITARIO Y AMBIENTAL	Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional)	Compendio de normas sanitarias para la protección de la salud humana, normas generales que sirven de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; y los procedimientos y medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del ambiente.
	Decreto 605 de 1996.	Define la terminología técnica relacionada con residuos sólidos. Contiene normas sanitarias aplicables al almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia, transformación y disposición sanitaria de los residuos sólidos.
	Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento	Título J: Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural.

AMBITO	NORMA	DESCRIPCION
	Básico SANITARIO Y AMBIENTAL	
	Decreto 838 de 2005	Modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos. Determina que sin perjuicio de las actividades establecidas en el respectivo PMA, corresponde a las entidades territoriales y a los prestadores del servicio de aseo, recuperar ambientalmente los sitios que hayan sido utilizados como “botaderos” o transformarlos, previo estudio, en rellenos sanitarios de ser viable técnica, económica y ambientalmente.
	Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamenta parcialmente la ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Dcto. 2811 de 1974, los artículos 41, 43, 44, 45, 48 y 49 de la ley 9 de 1979, y la ley 99 de 1993 en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire.
	Decreto 2104 de 1983.	Define la terminología técnica relacionada con residuos sólidos. Contiene normas sanitarias aplicables al almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia,

AMBITO	NORMA	DESCRIPCION
		transformación y disposición sanitaria de los residuos sólidos. Distingue entre servicio de aseo ordinario y aseo para gestión de residuos sólidos especiales. Implanta un régimen sancionatorio y un procedimiento para su aplicación
	Resolución 1045 de 2003	Establece la metodología para la elaboración de los PGIRS. Estableció un plazo máximo de 2 años, contados a partir de su publicación, para realizar la clausura y restauración ambiental de botaderos a cielo abierto y de sitios de disposición final de residuos sólidos que no cumplan con la normativa vigente, o su adecuación a rellenos sanitarios técnicamente diseñados, construidos y operados, conforme a las medidas de manejo ambiental establecidas por las CAR`S
	Resolución 1390 de 2005	Establece directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final a que hace referencia el art 13 de la Resolución 1045 de 2003 que no cumplan las obligaciones indicadas en el término establecido en la misma.

AMBITO	NORMA	DESCRIPCION
	Decreto 1140 de 2003	Unidades de Almacenamiento Multiusuarios
	Resolución 1045 de 2003	Metodología para la elaboración de los PGIRS
	Conpes 3530	Políticas de Manejo Integral de Residuos Sólidos
	Resolución 541 de 1994	Manejo de Escombros
	Ley 1259 de 2008	Comparendo Ambiental

GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS OBTENIDOS DEL PROCESO

Los residuos restantes que quedan tras el máximo aprovechamiento en la industria exportadora de tajada de plátano, también se utilizan con otros fines: alimentación animal, fertilizante, obtención de productos comercializables, los cuales no representan una utilidad lo suficientemente amplia en comparación con los costos de producción y almacenamiento de los mismos.

Se considera subproducto a todo producto no principal obtenido en un determinado proceso y puede tener determinadas aplicaciones o aprovechamientos, de forma que lo que para una industria es un subproducto para otra puede constituir la materia prima, obteniendo a su vez un producto principal y otro nuevo subproducto.

En la actualidad, según Méndez (2009) y Grandar *et al* (2005), en la industria exportadora de tajada de plátano los principales destinos de los residuos sólidos orgánicos generados en sus procesos son:

- Alimentación animal: al menos un 20%; de los residuos sólidos orgánicos se destinan para alimentación animal, especialmente para bovino y porcinos. En

nuestra región tradicionalmente el consumo de este subproducto ha sido menor que la producción actual. El transporte de los residuos hasta las fincas ganaderas es diario, en remolques y es el ganadero el que se encarga del traslado en algunos casos. Así estos residuos destinados a alimentación de ganado pueden considerarse no como residuos sino como subproductos.

Los residuos de alto contenido en humedad implica dificultades para el almacenamiento, el consumo debe ser rápido con el fin de evitar problemas de fermentación. Por otro lado el transporte del subproducto con niveles de humedad elevados, aumenta el coste del mismo. Hay que tener en cuenta que la excesiva humedad que presenta el material original (92,21%), puede limitar el volumen de la ingesta e impedir el uso exclusivo en las raciones del ganado, por lo que es conveniente la utilización conjunta de algún alimento concentrado.

- Traslado a los rellenos sanitarios: Los residuos sólidos orgánicos que no son utilizados para la ganadería se trasladan a los rellenos sanitarios en el mejor de los casos y en otras ocasiones van a dar a botaderos informales incrementado de manera ostentosa los niveles de contaminación. Para lo que la propia empresa asume el costo de traslado lo que le genera costos innecesarios y aun mas, no se aprovecha gran porcentaje de residuos sólidos del proceso, lo que en cualquiera de los casos supone un coste de fabricación.

- El compost: es el producto final obtenido mediante un proceso de descomposición biológica de la materia orgánica, en condiciones controladas de humedad y temperatura, que oscila entre 50 y 70°C, provocando, así, la destrucción de elementos patógenos y por tanto la total inocuidad del producto, esta es significativamente una de las formas de aprovechamiento más costosas para las empresa por los costos de almacenamiento y transporte, y sumado a esto los precios de venta resultan ser muy inferiores a los costos de producción por lo que esta acción solo la aprovecha aquellos empresarios que aparte de dedicarse a la actividad comercial del plátano tienen o cuentan con fincas productoras del mismo y por ende retroalimentan los suelos con el compost resultante del proceso.

- Vinos y vinagres: ofrecen un amplio margen de utilidad, costos de producción muy bajos y procesos sencillos, aunque no muestran gran aceptación en el mercado regional y más aún nacional, además enfrenta un mercado saturado de marcas que hace muy difícil su comercialización, adicional el porcentaje de residuos del proceso que se utiliza para este subproducto es supremamente minúsculo menos del 1% de la producción total, en general es más un producto artesanal de producción y consumo doméstico que una alternativa favorable para estos residuos ; vale la pena dejar claro que el vinagre es producto de la pulpa de los plátanos que se sobre maduran o por el contrario no alcanzan un grado de maduración óptimo (se pasan) por lo que es desechado del proceso.

Para iniciar la fermentación acética, se determina el contenido de alcohol y el pH de la pulpa del plátano y el extracto de la misma. Así mismo es recomendable que al utilizar un envase, se deje siempre un espacio libre para la mejor oxigenación durante el proceso acético. El vinagre alcanza una acidez de 5% apta para el consumo.

Como ya se ha indicado, tradicionalmente su uso más frecuente ha sido y sigue siendo la alimentación animal. Sin embargo, estos subproductos contienen valiosas sustancias como: azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas, entre otras que pueden ser de interés en las industrias: Farmacéutica, química, cosmética y alimentaria fundamentalmente. Entre ellos se destacan la elaboración de harina a partir de la cascara del plátano

- Harina de cascara de plátano para concentrados: Otra forma de aprovechamientos de los residuos sólidos resultantes de esta operación productiva es la deshidratación y molienda de las cascara del plátano para la elaboración de harina para concentrados este proceso al igual que el anterior es supremamente rentable en términos de productividad, puesto que los costos de producción son bajos y la utilidad percibida por esta actividad es ostentosamente alta en comparación con otra formas de aprovechar este residuo orgánico; además de reducir significativamente los niveles de contaminación puesto que la cascara representa el 90% de la carga residual de esta proceso.

Lo que en definitiva la coloca entre una de las formas más rentables, y ecológicamente amigable de procesar los residuos orgánicos; por tal motivo la hace objeto de estudio, para poder definir y detallar claramente el plan de aprovechamientos de los residuos sólidos resultantes de la industria exportadora de tajada de plátano maduro en la región Caribe, que permita minimizar el impacto ambiental de estas, y a la vez maximizar sus utilidades; bajo un esquema de producción limpio y estandarizado (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de proteína y lípidos de harina de plátano

Muestra	% Lípidos	Proteína Cruda
Harina de Plátano Sin Cascara	2,2337	8,393
Harina de Plátano Con Cascara	3,1346	8,009

Fuente: Laboratorio de Bromatología. Facultad de Ingenierías – Programa de Ingeniería Pesquera – Universidad del Magdalena. 2012.

Los procesos que se han realizado hasta ahora en la región para el aprovechamiento de los residuos de la industria exportadora de tajada de plátano maduro; no han implementado tecnología, debido a la poca conciencia ambiental entre los productores y más aún el desconocimiento de estos sistemas de aprovechamiento de estos residuos, que son amigables con el medio ambiente, esto ha hecho que el aprovechamiento de estos no sea viable para los empresarios.

Con el cambio en las legislaciones ambientales, los nuevos subsidios gubernamentales, las tecnologías vigentes y la creciente conciencia ambiental, han motivado el desarrollo de investigaciones que permiten maximizar la recuperación energética de los desechos orgánicos generados en el sector en mención, procurando por revertir los ámbitos tecnológicos (implementación de tecnologías internas), los económicos (generación de fuentes de empleo) y ambientales (mejor aprovechamiento de los recursos naturales y manejo adecuado de los desechos).

La industria exportadora tajada de plátano nacional produce un significativo volumen de biomasa como desecho, generada a partir del plátano no conforme para el proceso y la cascara resultante del mismo; este volumen de desechos, se ha convertido en una problemática medioambiental de grandes proporciones. A pesar que una pequeña parte de esta biomasa se utiliza para suplir la demanda referente a alimentación de bovinos y porcinos, y, compostaje para abono orgánico, la cantidad remanente es tal (600 ton/mes aproximadamente el 70 %) que se ha recurrido a los rellenos sanitarios formales e informales para su disposición final.

La generación de residuos orgánicos es el más significativo en este sector productivo, (99,9%), el restante 0,1% corresponde a residuos sólidos convencionales como papel, cartón, plásticos procedentes de los envases de los productos producidos, entre otros; debido al mismo proceso productivo de tajada de

plátano, que presenta grandes cantidades de residuos, por las exigencias del mercado internacional para la compra del producto finalmente (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Producción de residuos por empresas productoras de tajada de plátano

Tipo de residuo	Ton/día promedio Aprox.	Ton/mes promedio Aprox.	Ton/año promedio Aprox.
orgánico	20	600	7.200
Otros	0,02	1,7	20,4

Fuente: Autores.

Este resultado pone de manifiesto la necesidad de reforzar el componente educativo del manejo de residuos sólidos en las empresas productoras de tajada de plátano del departamento del Magdalena; también ampliar y profundizar en la sensibilización de los operarios acerca de las formas apropiadas para el aprovechamiento de los residuos sólidos y apoyo por parte de estas empresas, a las asociaciones de base comunitaria que abarcan esta temática y facilitarían el manejo de esta gran cantidad de residuos.

En este sector productivo, también se presenta la carencia de unidades de almacenamiento intermedio y final, que podrían también entrar a apoyar el manejo de este residuo de mejor manera y a gran escala.

Desafortunadamente, en la actualidad en términos generales, las prácticas de disposición final utilizada en estas empresas impactan negativamente a estas comunidades y al medio ambiente en general, en lo referente a las prácticas inapropiadas que con las que están realizando el manejo de los residuos sólidos, a saber; disposición en botaderos a cielo abierto, enterramiento de residuos, quema a cielo abierto, vertimiento de basuras a los cuerpos de agua, entre otros.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

1. Compost a partir de residuos orgánicos de tajada de plátano:

Es la producción de abono a partir de residuos orgánicos producidos en la industria de tajadas de plátano, los cuales se descomponen fácilmente.

Procedimiento:

Se elabora una caseta de palos o guaduas, de aproximadamente 1.20 metros de alto, cuyas paredes permitan el acceso de aire.

Se coloca una primera capa de residuos (aprox. 15 cm), preferiblemente picados para facilitar el trabajo a los microorganismos y para facilitar la circulación del aire.

Encima una capa de estiércol (aprox. 2 cm), luego un poco de ceniza o cal y por último una capa de tierra (aprox. 5 cm).

Se siguen colocando las capas en el mismo orden hasta llenar la caseta.

Cuando se llene la caseta se tapa con hojas o plásticos para evitar el ingreso de agua lluvia. Después de tres meses se retira con una pala la parte de encima y se utiliza el resto. De esto resulta un material oscuro (humus), que es el abono orgánico.

Este procedimiento también se puede hacer en un foso, hueco o zanja.

Lo más importante de este procedimiento: disposición de ánimo, herramientas y dotación.

Ventajas:

- . Reduce la cantidad de residuos sólidos hasta en un 30%.
- . Aumenta la vida útil de los rellenos sanitarios y vertederos al reciclar los residuos en compost y reducir la cantidad de residuos enviados al vertedero.
- . Contribuye a preservar los recursos naturales.

- . Contribuye a disminuir las cargas contaminantes al aire y a las aguas.
- . Contribuye a generar empleos.
- . A través de la comercialización del compost se pueden recuperar parte de los costos de la recolección.
- . El compost, utilizado como abono orgánico, es un mejorador de suelos.

Desventajas:

- . Altos costos de instalación y explotación.
- . El compost no siempre es bien aceptado en el mercado.
- . Incrementa el contenido de sales y la fito-toxicidad a niveles que pueden afectar el crecimiento de cultivos sensibles, especialmente cuando se emplean residuos con trazas de metales pesados o materiales no terminados.
- . En el transcurso del proceso se pueden producir gases con olores desagradables si no se mantiene un buen monitoreo de las actividades productivas.
- . Se requiere de espacio y organización.

La práctica del compostaje se constituye en una alternativa de manejo para los residuos orgánicos de fácil degradación generados por la industria de tajada de plátano, ya que permitiría manejar fácilmente sus residuos y no requieren de

grandes instalaciones. El compostaje aerobio como alternativa de manejo aplica para: residuos de jardín, residuos sólidos urbanos separados y no separados, residuos generados como consecuencia de preparación de alimentos, etc.

A pesar de lo llamativo del proceso de compostaje, éste presenta una serie de limitaciones entre las que se destacan la falta de experiencia y conocimiento acerca del tema por parte de los habitantes, la ausencia de una cultura de reciclaje y la carencia de estudios técnicos que determine su viabilidad.

2. Reciclaje

Es el proceso por el cual los residuos sólidos no biodegradables reciclables se separan, recogen, clasifican y almacenan para finalmente ser utilizados como materia prima para elaborar nuevos productos. El proceso de reciclaje se inicia separando los residuos aprovechables en el mismo sitio donde se producen, dependiendo del proceso en mención.

Los elementos que se pueden reciclar son: papel, vidrio, chatarra, plástico, huesos, caucho, madera, etc. Estos son llevados a centros de acopio donde son transportados por la industria encargada de su transformación o se le venden a personas que recorren periódicamente las veredas comprándolos. Los materiales deben estar lo más limpios posible para que tengan un mayor valor para el reciclaje.

Teniendo en cuenta que el material reciclable se produce en menor cantidad en esta actividad productiva y su impacto es menos, se establece, que este tipo de residuos no es de gran interés para este manual. Lo anterior, con el fin de establecer convenios con la persona prestadora del servicio de aseo municipal, o con asociaciones de recicladores y/o recuperadores, para diseñar rutas de recolección para que este material sea recogido periódicamente en fechas acordadas con la empresa al menos semanal.

Ventajas:

- . Reducción o disminución en la generación de los residuos, que repercute en la conservación de los recursos naturales.
- . Generación de empleo.
- . Forma una disciplina social hacia el manejo adecuado de los residuos sólidos.
- . Evita la contaminación producida por los residuos que no se descomponen o que tardan gran tiempo en hacerlo como el vidrio que nunca se biodegrada, pues su dureza le hace resistir más de 4000 años; y un objeto de plástico en la intemperie tarda más de 100 años en descomponerse.
- . Prolonga la vida útil de los rellenos sanitarios.

Desventajas:

- . Exige mayor esfuerzo a la hora separar los residuos por parte del generador; bien sea a través de sistemas manuales o mecánicos.
- . Debe ir acompañado de programas de educación, sensibilización y motivación a los generadores.
- . Requiere la existencia de un mercado confiable y cercano para los materiales recuperados.
- . Necesita de infraestructura adecuada para recolección y procesamiento de los materiales.

Cabe anotar que en caso del reciclaje no debe analizarse solo desde un punto de vista netamente económico sino también ambiental, por los beneficios que se derivan del mejor aprovechamiento de los recursos. La sostenibilidad de dichas actividades dependerá del nivel de apoyo que brinden entidades y la administración municipal.

3. Lombricultura (*Vermicultivo*)

La alternativa de la lombricultura para el material orgánico los desechos de la industria de tajada de plátano, tiene buena acogida en este sector empresarial agroindustrial ubicado en varias regiones del país. El principio de la lombricultura es como el del compostaje normal, solamente que se agregan lombrices al material.

El objetivo de la lombricultura es acelerar el proceso del compostaje con ayuda de lombrices y obtener un compost de mejor calidad. La lombricultura funciona mejor si se compostan estiércoles mezclados con los desechos biodegradables de la industria de tajada de plátano, entre otros.

Se trata de una técnica para criar en cautiverio lombrices, logrando obtener una rápida y masiva producción y crecimiento en espacios reducidos. Para su alimentación se pueden utilizar los residuos orgánicos producidos en la industria de tajada de plátano, junto con otros materiales biodegradables que se puedan producir en las fincas como aquellos de origen agrícola y pecuario. Como resultado de la digestión de este material orgánico las lombrices producen desechos en biomasa y humus (abono orgánico) de alta calidad.

Las lombrices pueden comer toda clase de materia orgánica incluyendo papeles, cartones, cáscaras y frutas, entre otras. Esto se constituye en una ventaja que podría ser aprovechada, dependiendo de la cantidad de materia orgánica que se produzca en la industria de tajada de plátano o en una determinada empresa de este sector productivo; además, de que es posible establecer pequeñas empresas que podrían vender humus a precios competitivos con relación a otros abonos orgánicos como la gallinaza.

Ventajas:

- . La cría de lombrices no requiere grandes inversiones, espacios, infraestructura ni tiempo.
- . La lombricultura ayuda a mejorar la calidad de los suelos de nuestro planeta de manera natural y económica, aportando a la reposición del humus, elemento indispensable para la vida vegetal.
- . A través del humus de lombriz se restauran tierras que han sido devastadas por la erosión continua producida por ciertas explotaciones agroindustriales, el uso continuo de fertilizantes artificiales, y muchos otros factores degradantes.
- . Un suelo sano con ayuda de las lombrices, provee a la agricultura proteínas de alta calidad y bajo costo.
- . Para un productor agroindustrial, la cría de lombrices puede ser doblemente benéfico, por un lado las lombrices se harán cargo de los desechos orgánicos de su

empresa y hasta los transformarán en humus, por lo que también puede dedicarse a la venta de lombrices y humus.

. Si su actividad está orientada a la agroindustria, puede utilizar el humus para fertilizar las tierras y generar encadenamientos con productores de plátano, proveedores de materia prima para esta industria de tajada de plátano.

. El humus se puede vender en los respectivos viveros y a los campos donde se genera la materia prima para la industria de tajada de plátano.

. La harina de lombriz contiene del 60 al 80% de proteína cruda que le ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se pueda encontrar en la naturaleza.

. Sus propiedades se pueden utilizar para producir carne de altísima calidad y a muy bajo costo; con una rentabilidad y productividad no alcanzada jamás por otra actividad destinada a la obtención de carne.

. La carne de lombriz se puede utilizar en forma cruda y directa como cebo para peces, como complemento proteico para aves, peces, ranas, cerdos, entre otros.

. Por sus propiedades, existen alternativas que ofrece a la lombriz roja para la alimentación humana.

. De la lombriz se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.

Desventajas:

- . No presenta desventajas directas, en primera instancia. Sin embargo el único inconveniente es que no puede ser utilizado en grandes extensiones de terreno, por eso se recomienda en almácigos y viveros.

4. Sistemas de almacenamiento temporal de residuos sólidos “Cajas de Almacenamiento”

Ventajas:

- . Son estructuras de fácil manejo y transporte permiten el almacenamiento temporal de residuos sólidos, con medidas acordes y tiempo de recolección necesario.
- . Bajos costos de adquisición.
- . Bajo costo operacional.
- . Ideal para recolectar basura en lugares de difícil acceso.
- . Bajo costo de mantenimiento.
- . Fácil operación.

Desventajas:

- . Requiere de la articulación permanente con la empresa prestadora del servicio de aseo para evitar que el sitio se convierta en un foco de contaminación.

Considerando que las políticas de manejo integral de residuos sólidos, dadas a través del documento Conpes 3530, propenden por la gestión integral de los mismos con el objeto de mejorar la calidad de vida de la población, mejorar las condiciones ambientales y sanitarias de los habitantes, ampliar la cobertura de los servicios de saneamiento básico, fomentar actividades de aprovechamiento y reciclaje, se presentan las siguientes alternativas tecnológicas:

Alternativa 1: Lombricultura e implementación de cajas de almacenamiento.

Alternativa 2: Compostaje e implementación de cajas de almacenamiento.

Alternativa 3: Implementación de cajas de almacenamiento.

Los resultados de la valoración se presentan a continuación, en las tablas 5, 6, 7, 8, 9 y 10:

Tabla 5. Factores Ambientales Por Tipo de Alternativa

Aspectos	Calificación		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Mejora de suelos	3	3	1
Generación de olores	2	2	3
Afectación de aguas	3	3	2
TOTAL	8	8	7

Tabla 6. Factores Socioculturales Por Tipo de Alternativa

Aspectos	Calificación		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Generación de empleo	2	2	3
Posible aceptación de la tecnología	2	2	3
Requerimiento de capacitación	3	3	2
TOTAL	7	7	8

Tabla 7. Factores Económicos Por Tipo de Alternativa

Aspectos	Calificación		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo de inversión inicial	3	3	2
Costo de operación y mantenimiento	3	3	2
TOTAL	6	6	4

Tabla 8. Factores Técnico/Operativos Por Tipo de Alternativa

Aspectos	Calificación		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Facilidad de instalación	3	3	3
Facilidad de operación (manejo)	2	2	3
Requerimiento de mano de obra	2	2	1
Frecuencia de mantenimiento	3	3	3
Requerimiento de espacio	3	3	2
Vida útil	2	2	1
TOTAL	15	15	13

Tabla 9. Factor Normativo Por Tipo de Alternativa

Aspectos	Calificación		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Restricción por normatividad	3	3	1
Actuación Autoridad	2	2	3
TOTAL	5	5	4

Tabla 10. Acumulado de Valoración Total Por Factores Por Tipo de Alternativa

Factor	Valoración Total		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ambiental	8	8	7
Social y Cultural	7	7	8
Económico	6	6	4
Técnico/Operativo	15	15	13
Normativo	5	5	4
Total	41	41	36

Fuente: Autores

De las alternativas tecnologías evaluadas, las que obtuvieron mayor puntaje fueron lombricultura y compostaje obteniendo ambas la misma calificación.

Cualquiera de estas 2 alternativas debe ir acompañada de actividades de separación en la fuente para facilitar el aprovechamiento de los residuos susceptibles a compostar o a utilizar para el lombricultura y su aplicabilidad dependerá del grado de aceptación de la empresa y su operarios; a fin de lograr articularlo a las estrategias productivas de la empresa y en su sistema de gestión integrado (calidad, ambiente y humano) de cada empresa.

La alternativa de implementación de cajas de almacenamiento, no obtuvo el mayor puntaje, en comparación con las otras 2 y además tiene algunas restricciones para su aplicabilidad dentro de las cuales la principal es que debe existir la cantidad de cajas de almacenamiento, para el manejo de la cantidad de residuos que se generan en este sector productivo, y la maniobrabilidad inmediata de los residuos; a fin de garantizar la eficiencia en el manejo de estos residuos y firma de convenios con otros sectores productivos, tales como la persona prestadora del servicio de aseo o con asociaciones de recicladores y los residuos deben tener un adecuado almacenamiento.

CONCLUSIONES

La producción de residuos sólidos de la población de las áreas urbanas e industriales del territorio nacional es muy diferente a producción de las áreas rurales, en cuanto a los tipos de residuos generados, cantidad y frecuencia de estos.

Así mismo, es significativa la diferencia entre la cantidad o volumen total de residuos biodegradable generado por la agroindustria de tajada de plátano y cualquier otra agroindustria, debido a los grandes volúmenes que se generan en esta primera y en algunos casos al tipo de residuo generado, por tal razón, el presente manual se presenta como una herramienta a utilizar para la estructuración del manejo de residuos sólidos en la agroindustria de tajada de plátano, ya que proveen la información precisa sobre los tipos de residuos generados por este sector productivo y las distintas alternativas a aplicar por estas empresas, dependiendo de los usos finales que se quieran obtener con los productos que se den al final del proceso de manejo de residuos.

Con el ánimo de aprovechar los desechos agroindustriales generados en el sector de tajada de plátano y evitar la contaminación causada a los cauces de los ríos, quebradas y el suelo, se debería implantar por parte de estas micro, pequeñas y medianas empresas, una política de mejoramiento de la gestión ambiental mediante

la implementación de sistemas de aprovechamiento para los residuos orgánicos, la elaboración de abono y particularmente en el caso de la industria de tajada de plátano, deberían implementarse la instalación de zonas de almacenamiento después de los procesos de selección lavado, corte y freído del plátano, con el fin de lograr el debido aprovechamiento de los subproductos generados al respecto y disminuyendo los costos de producción e implantando un sistema de tecnología limpia.

La empresa C.I del Sur, hace parte de un sistema de unidades de producción de tajadas de plátano, que exportan este producto a diferentes partes del mundo, y que de acuerdo a su nivel de desarrollo presenta dificultades para el manejo eficiente de la cantidad de residuos generados en su proceso productivo; razón por la cual, debido precisamente a estas limitaciones en el manejo de residuos, se podría frenar su desarrollo y restar competitividad en el ofrecimiento de este bien a la economía; impidiendo en algunos casos, una mayor integración económica de esta cadena productiva, sumado a esto la falta de conocimiento y concientización en cuanto al tratamiento adecuado de los residuos in situ. Se requiere por parte de este sector productivo el establecimiento de mecanismos eficientes para garantizar la adecuación, mejoramiento y manejo de los desechos originados en este proceso productivo, mediante un mecanismo de productivo limpia y de implementación de educación ambiental en el manejo de estos desechos por cada organización empresarial y por cada uno de los actores que integren estas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Constitución Política de Colombia.

CORPAMAG. Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Página Web <http://www.dane.gov.co>. 2012.

Decreto 1140 de 2003

Decreto 1505 de 2003

Decreto 1713 de 2002

Decreto 2104 de 1983.

Decreto 605 de 1996.

Decreto 838 de 2005

Decreto 948 de 1995

Documento Conpes 3530. Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. 2008

Giraldo E. Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios. Universidad de los Andes. 1997.

Grandar, Diana. Mejía, Amanda. Jiménez, Gloria. (2005). Utilización de residuos de plátano para la producción de metanolitos secundarios por fermentación en estado sólido con el hongo. Universidad de Antioquia. Agosto 23 de 2005.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Página Web www.ideam.gov.co/ .2012.

Jaramillo, J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. 2002.

Ley 1259 de 2008

Ley 9 de 1979

Méndez, María. Gerente CI DEL SUR. Planta procesadora de tajada de plátano. dic. 2009.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Guía Para la Selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos. 2002

Pedroza, S. ideas preliminares para un sistema de manejo adecuado de los residuos sólidos en San Pedro de la Sierra. 2010

Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. Título J: Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural. 2008

Resolución 1045 de 2003

Resolución 1045 de 2003

Resolución 1390 de 2005

Resolución 541 de 1994

Roben E. Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. 2002

SSPD-SUI. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia.SSPD,2008.

Tchobanoglous ,G; Theisen, H; V, Samuel A. Gestión integral de residuos sólidos, Volumen I, McGrawHill/Interamericana de España S.A, 1994.

WOODSIDE, GAYLE, AURRICHIO PATRICK. Auditoria de Sistemas de Gestión. Medioambiental (Introducción a la Norma ISO 14001), Mc Graw-Hill, 2001