

Evaluación del Plan de Manejo Ambiental para una Planta de Producción de Biodiesel

Evaluation of Environmental Management Planning for a Biodiesel Production Plant

Maldonado Romero María del Mar¹, Torres Ortega Jesús Alfonso²

¹ Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, marimara@hotmail.com

² Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, jatorres@unisalle.edu.co

Resumen

Aceites Manuelita S. A. es una empresa dedicada al cultivo de palma de aceites a la producción y comercialización de Biodiesel, actualmente la empresa procesa el fruto de sus cultivos propios de 14.000 hectáreas.

Aceites Manuelita S.A., es una empresa en crecimiento; debido a este y a la incursión de una nueva línea de producción con un nuevo producto, se hizo necesaria la realización de un Plan de Manejo Ambiental. En 2008, fue adaptado a las necesidades de la empresa, en ese entonces y en las proyecciones con que se contaba; hoy, las cosas han cambiado y lo que se había estimado ya no es aplicable a la actual, lo que hace necesaria una evaluación del documento actual y el replanteamiento del mismo, haciendo especial énfasis en la gestión de los residuos que se generan y en los impactos producidos por la actividad. Como campo de acción para el desarrollo del proyecto se propone abarcar los residuos de tipo industrial, generados en el normal desarrollo de las actividades de la empresa.

Mediante una combinación de metodologías que integran a la comunidad con el uso de mejores tecnologías, se logró el manejo de los residuos y los subproductos industriales que se generan, se evaluó y complementó el Plan de Manejo Ambiental existente, planteando nuevas alternativas a largo plazo para el manejo de los residuos y subproductos industriales de la empresa. Todo esto con el fin de lograr unas instalaciones adecuadas para su manejo, acopio temporal y tratamiento de los mismos, también para una mayor conciencia de la comunidad en cuanto a la protección ambiental y al aporte que cada uno hace a diario desde cada una de sus actividades.

Palabras Clave: *impacto, biodiesel, residuo, subproducto, aceite, palma.*

Abstract

Manuelita Oils SA is a company dedicated to the cultivation of palm, production and marketing of biodiesel, the company currently processes the fruit of their own crops. Currently Manuelita Oils SA is a growing company. Because the incursion of a new production line with a new product was necessary to does an environmental management design, in 2008, this was adapted to the needs of the company at the time and in the projections that were available, today, things have changed and what had been estimated at that time is no longer applicable to current realities, requiring an assessment of the current document and the rethinking of the same, with special emphasis in the management of waste generated and the impacts of the activity. As a field of action for the development of the project is intended to cover industrial waste type, which are generated in the normal course of business activities. Through a combination of methodologies that integrate the community with the use of better technologies achieved the management of waste and industrial byproducts that are generated by assessing and complementing the existing an environmental management design, raising new long-term options for handling waste and industrial products company and not only achieving adequate

facilities for handling, temporary storage and processing data but also greater community awareness about environmental protection and the contribution that each makes daily from each of their activities.

Keywords: *impact, biodiesel, waste, by-product, oil, palm.*

Recibido: 24/05/2011

Aceptado: 23/06/2011

Introducción

Este documento contiene las directrices para seguir para que las actividades desarrolladas en una planta de producción de biodiesel se adelanten de manera sustentable y con el mínimo deterioro ambiental posible. Además, contempla todos los aspectos que requieren las autoridades ambientales competentes para este tipo de procesos.

Aceites Manuelita S.A., con el objetivo de que las actividades que realiza se adelanten bajo consideraciones ambientales adecuadas y conscientes de acatar la legislación ambiental vigente, cuenta con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para las actividades de plantación de palma africana, producción de aceite de palma y producción de biodiesel, en sus instalaciones ubicadas en el Municipio de San Carlos de Guaroa, Departamento del Meta [1].

En el PMA, se identifican los impactos ambientales que generan las actividades que realiza Aceites Manuelita S.A., en su área de influencia y propone las medidas para mitigar, controlar y compensar dichos impactos [2], [3], [4]. Los procesos de producción en Aceites Manuelita S.A., comprenden dos grandes fases: la agrícola, compuesta por la plantación de palma de aceite y la industrial, compuesta por la operación de la Planta Extractora de Yaguarito y Palmar de Manavire y la Planta de Producción de Biodiesel. Para la plantación de palma de aceite, Aceites Manuelita S. A., cuenta en primera instancia con una extensión de 6135 hectáreas en los predios de la hacienda Yaguarito - Inspección de Surimena, Municipio de San Carlos de Guaro; y, por otro lado, con 1967,5 hectáreas en los predios de Palmar de Manavire, la cual se encuentra en la Vereda Pesqueros - Inspección de la Palmera, Municipio de San Carlos de Guaroa.

Igualmente, cuenta con dos plantas extractoras: la primera se encuentra en la hacienda Yaguarito, con una capacidad producción de 55 toneladas de RFF/hora (RFF: Racimos de Fruto Fresco), proyectada para expandirse hasta 70 toneladas de RFF/hora. La segunda se denomina Palmar de Manavire, en la Vereda Pesqueros, con una capacidad de procesamiento de 17 toneladas de RFF/hora. Anualmente, estas dos plantas extractoras producen un total aproximado de 80.000 toneladas anuales de aceite crudo de palma.

La gestión ambiental en Aceites Manuelita S. A. (AMSA), se manejaba por medio de la aplicación de los programas estipulados en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), establecido para la plantación y planta extractora, aprobado por CORPORINOQUIA mediante Resolución 473 del 11 de Agosto de 2000, y el cumplimiento de requisitos legales y autorizaciones ambientales para el uso de recursos exigidos por las autoridades ambientales competentes.

Dentro del mejoramiento de la gestión ambiental empresarial - AMSA, se encuentra actualmente en el proceso de certificación de la norma ISO 14001, para lo cual se ha generado un cronograma que establece una serie de metas por cumplir. Dentro de estas se encuentran como principales la identificación de los aspectos e impactos ambientales y la evaluación de la conformidad con los requisitos legales en la generación de la política, objetivos y metas ambientales hacia los procesos y actividades empresariales [5].

El presente documento, conforma una de las metas trazadas en el proceso de certificación de la norma ISO 14000 y como cumplimiento de las regulaciones ambientales establecidas por las autoridades ambientales; además, de convertirse en una herramienta importante en la generación y establecimiento de los objetivos, metas, planes y programas ambientales que la empresa desarrollará en la creación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), esto por medio de la aplicación y seguimiento de las fichas de manejo ambiental propuestas en el presente documento [5]. Es así como, este documento servirá para tenerse en cuenta al momento de evaluar y reformular el PMA para el conjunto de una plantación de palma africana, planta extractora de aceite y operación de una planta productora de biodiesel [6].

Descripción del Proceso

Después de la recolección y almacenamiento del fruto, esta pasa a un proceso de esterilización, luego se retira el fruto de su soporte natural para llevarlo a los digestores. La función del digestor es acondicionar el fruto, haciendo que se separe el mesocarpio de las nueces para facilitar en el prensado la extracción del aceite. El aceite extraído es recolectado, allí le son retiradas parte de las impurezas para el proceso tales como fibras, arena, etc. y luego es bombeada a la sección de clarificación (ver *Figura 1*).

Proceso de refinación del aceite: la refinación del aceite crudo de palma busca la eliminación de compuestos indeseables para la producción de biodiesel. El proceso inicia con la adición de ácido cítrico y tierras de blanqueo que capturan estos compuestos, los cuales posteriormente, mediante un filtrado, son removidos del aceite. A continuación el aceite se somete a condiciones de vacío y alta temperatura, lo que permite así la evaporación y remoción de los ácidos grasos libres, dando como producto final el aceite refinado.

Proceso de producción de biodiesel: la producción de biodiesel se realiza por medio de una reacción química del aceite refinado (RBD: Refinado, blanqueado y desodorizado) con metanol en presencia de hidróxido de sodio, formando una fase liviana de metilester (biodiesel) y una fase pesada de glicerina cruda (ver *Figura 2*). El biodiesel es sometido a un lavado con ácido cítrico para su neutralización y posterior centrifugación, esto permite la remoción de otras impurezas (sales), posteriormente, el biodiesel es calentado para reducir las trazas de humedad y, finalmente, enfriado para su almacenamiento final.

Proceso de purificación de la glicerina: la glicerina cruda obtenida durante la formación del biodiesel es sometida a un proceso de acidificación para la remoción de jabones, luego se neutraliza formando salmuera. Posteriormente, la glicerina cruda es sometida a un proceso de destilación en una columna a condiciones de vacío y alta temperatura, evaporando solamente la glicerina la cual se purifica al ir eliminando la sal presente, para luego ser filtrada con carbón activado obteniendo de esta manera la glicerina refinada.

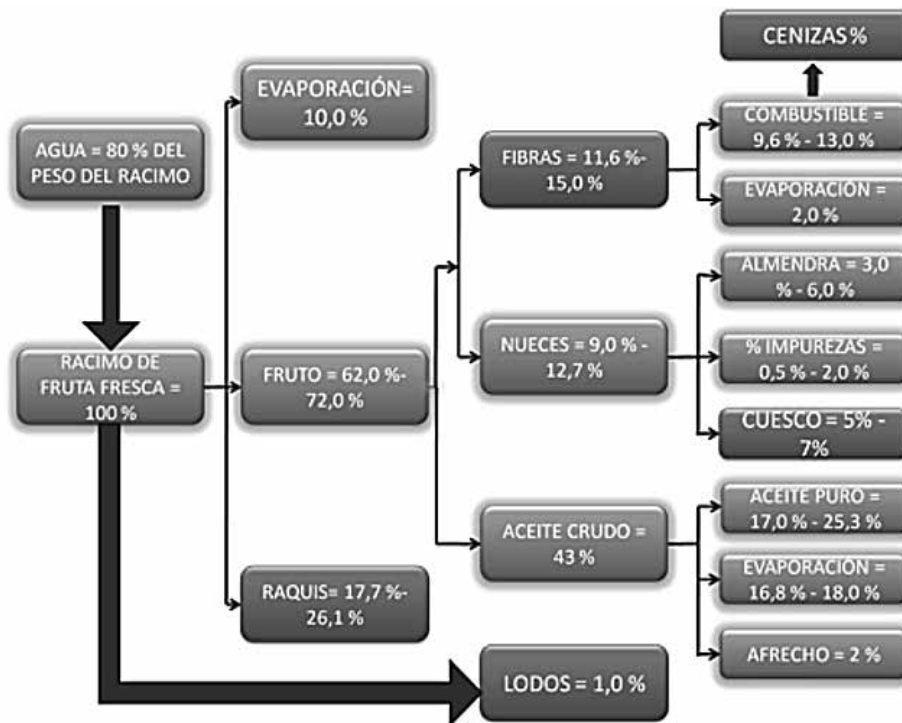
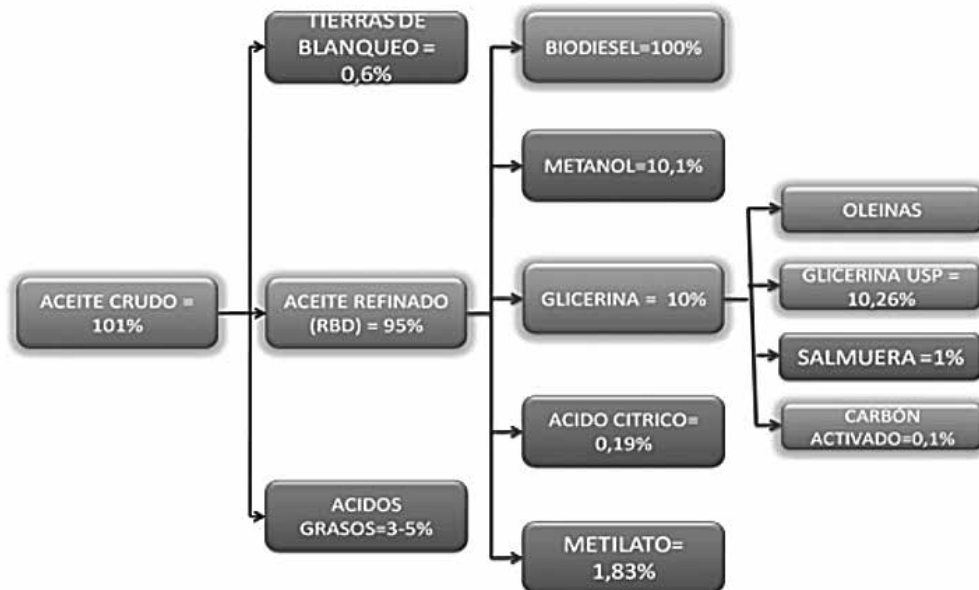


Figura 1. Componentes del racimo de palma de aceite.

Planteamiento de Alternativas

Para el diseño de un PMA en particular se debe centrar en los aspectos e impactos ambientales así como en los residuos y subproductos industriales [7], [8], [9].



Fuente: (Arenas, 2010; Conesa, 2009; Infante, 2007).

Figura 2. Composiciones de los productos obtenidos en la fabricación de biodiesel a partir de aceite de palma.

Matriz DOFA

Para realizar el planteamiento de las estrategias de control de impactos ambientales, se hace uso del análisis Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas (DOFA); mediante el planteamiento de planes y proyectos que permitan el control de los factores internos y externos en el manejo de residuos sólidos y subproductos industriales [10].

El desarrollo de la herramienta DOFA tiene como base la revisión documental inicial y en las visitas de campo realizadas durante la fase de diagnóstico y de participación de la comunidad. Se identifican los factores internos (Fortalezas y Debilidades) los cuales de forma directa pueden ser mejorados y los factores externos (Oportunidades y Amenazas) los cuales son dependientes a ser modificados o mitigados. Una vez establecidas, se construyen las estrategias a partir de las siguientes relaciones:

FO (Fortalezas-Oportunidades)	: maximizar / maximizar
DO (Debilidades- Oportunidades)	: minimizar / maximizar
FA (Fortalezas-Amenazas)	: maximizar / minimizar
DA (Debilidades-Amenazas)	: minimizar / minimizar

Finalmente, se crean los planes y para el desarrollo de estrategias y proponen metas a corto, medio y largo plazo con el fin de minimizar y controlar los impactos asociados a los residuos sólidos y subproductos industriales como se describe en la siguiente *Tabla 1*.

Tabla 1. Matriz DOFA [11].

DEBILIDADES					
D1	No hay programas de educación ni campañas de separación en la fuente.	D2	Falta de presupuesto para la implementación de programas y proyectos ambientales.	D3	No se tienen implementadas rutas para la recolección de residuos aprovechables.
D4	Desconocimiento del potencial aprovechamiento de los residuos sólidos por parte de la comunidad.	D5	La empresa cuenta con población flotante, lo que genera que esta comunidad no se entere de los programas y no genere sentido de pertenencia.	D6	Se tiene un procedimiento detallado para la recolección de residuos pero no se ha difundido ni implementado.
D7	No existe diagramación de rutas para recolección.	D8	No se cuenta con un grupo de recicladores, ya que no se tiene conciencia de su necesidad.	D9	No se realizan los pesajes de los residuos generados, por lo tanto no se tienen datos permanentes de los mismos.
D10	No hay control de las cantidades de residuos que se generan.	D11	No se cuenta con un centro de acopio de los residuos peligrosos.	D12	La ubicación de la empresa no permite hacer una recolección ni un manejo de los residuos de forma constante.
D13	No se ha implementado el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.	D14	La planta no cuenta con un lugar específico para el manejo y la disposición de residuos y subproductos	D15	No se cuenta con actividades de comercialización de los residuos.
D16	Falta de personal capacitado (operario no calificado)	D17	El inadecuado manejo de los residuos sólidos en algunos sectores, estos son dispuestos en el suelo directamente, incrementando su contaminación.		
FORTALEZAS		OPORTUNIDADES		AMENAZAS	
F1	Se cuenta con la dotación de elementos para la separación en la fuente.	O1	La empresa puede llegar a utilizar y aprovechar algunos de los residuos.	A1	Pérdidas económicas por el no aprovechamiento de residuos sólidos reciclables.
F2	Se cuenta con la voluntad de los directivos de la empresa para mejorar la gestión de los residuos.	O2	El manejo de los residuos puede ser mejorado con nuevas y mejores tecnologías.	A2	Incremento en la generación de residuos por el incremento en la población.
F3	El manejo externo de residuos hospitalarios se realiza con un gestor autorizado.	O3	Posibilidad de construir y operar una planta de aprovechamiento de residuos sólidos.	A3	Contaminación de los recursos naturales por técnicas de disposición ambiental inseguras.
F4	Algunos tipos de residuos cuentan con gestores para su disposición.	O4	Capacitar al personal para el manejo y aprovechamiento de los residuos.	A4	Dificultad en el transporte y posibilidad de no disponer los residuos.
F5	Se cuenta con un camión con la capacidad de transportar los residuos dos veces a la semana.	O5	Realizar prácticas de segregación en la fuente.	A5	No siempre se cumplen los tiempos de recolección.
F6	Se está realizando la adecuación al área de acopio de los residuos aprovechables.				

Fuente: elaboración propia

Estrategias para el manejo y disposición de los residuos

A partir de la matriz DOFA se procede a plantear las alternativas para el correcto manejo y disposición de los residuos como se muestra en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Evaluación de Alternativas [11].

FORTALEZAS – OPORTUNIDADES (MAX:MAX)		FORTALEZAS – AMENAZAS (MAX:MIN)	
FO1	Fortalecimiento de la gestión ambiental en la empresa.	FA1	Evitar prácticas de disposición final de residuos sólidos ambientalmente inseguras, mediante el fortalecimiento de recolección y transporte de residuos.
FO2	Sensibilización, educación y participación de la comunidad.	FA2	Capacitación a los integrantes de la cadena de gestión de residuos sólidos.
FO3	Aprovechar los residuos mediante la comercialización.	FA3	Fortalecimiento de instrumentos de planificación, organizacionales, normativos y financieros, relacionados con la gestión integral de los residuos sólidos.
FO4	Análisis y evaluación de tecnologías apropiadas para la recuperación y aprovechamiento.	FA4	Ajuste de procesos operativos de recolección y transporte a los centros de acopio.
FO5	Recuperación, aprovechamiento y comercialización de los residuos.	FA5	Mejorar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final de los residuos.
		FA6	Fortalecimiento en la gestión ambiental de la empresa mediante la optimización del manejo de residuos sólidos.
DEBILIDADES – OPORTUNIDADES (MIN:MAX)		DEBILIDADES – AMENAZAS (MIN:MAX)	
DO1	Educación ambiental mediante la participación comunitaria.	DA1	Recuperación, aprovechamiento y comercialización de los residuos.
DO2	Diseño y operación de un centro de acopio de residuos peligrosos y de residuos aprovechables.	DA2	Análisis de las necesidades de talento humano, maquinaria y equipos.
DO3	Crear y propiciar la separación en la fuente.	DA3	Generar hábitos de separación en la fuente en los generadores de residuos sólidos.
DO4	Recuperación, aprovechamiento y comercialización de los residuos.	DA4	Apoyo a procesos de aprovechamiento, reúso y comercialización
		DA5	Evitar prácticas de disposición final de residuos sólidos ambientalmente inseguras, mediante el fortalecimiento de recolección y transporte de residuos.

Fuente: elaboración propia

Planteamiento de Alternativas

Se realizó una serie de programas para implementar un sistema de gestión de residuos y optimizar el manejo existente. Adicionalmente, para cada programa se creó una ficha de manejo que amplía la información sobre cada una de las alternativas como se muestra en la *tabla 3*.

Tabla 3. Programas ambientales para el manejo de los residuos sólidos y subproductos [11].

PROGRAMA	PROYECTOS	DESCRIPCIÓN	OBJETIVOS	META
Integración de la comunidad en el manejo y disposición de los residuos sólidos	Conformación y capacitación a grupos de separación y recolección.	Apoyo por parte de la gerencia general para la conformación de grupos para la separación y recolección de los residuos.	Conformar grupos de recuperadores legalmente constituidos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos	Conformar legalmente por lo menos dos grupos de separación y recolección.
	Educación ambiental.	Realizar campañas en la comunidad, con el fin de promover técnicas adecuadas para el manejo de los residuos sólidos en los componentes de la gestión integral.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Campañas de separación en la fuente. 2. Mejorar el ambiente de trabajo mediante el buen manejo y disposición de los residuos. 	Realizar campañas de educación ambiental por lo menos al 90% de los colaboradores.
Reúso, aprovechamiento y comercialización de los residuos	Recambio o venta de residuos aprovechables.	Realizar la comercialización de los residuos sólidos potencialmente aprovechables y recambio de especiales. Igualmente, la elaboración de compost para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados así como de los subproductos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir la cantidad de residuos sólidos, que se disponen en el relleno sanitario 2. Fomentar la cultura de la no basura 	Realizar aprovechamiento por lo menos del 50% de residuos generados.
	Compostaje		<ol style="list-style-type: none"> 3. Incrementar los ingresos de los grupos dedicados al aprovechamiento de residuos 	
Optimización en los componentes de recolección y transporte	Mejorar el sistema de transporte de los residuos hacia su centro de acopio y destino final.	Incrementar las rutas de evacuación de los residuos hacia la celda y el relleno de seguridad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar reponer o adquirir equipos para el manejo y recolección. 2. Diseñar de rutas de recolección que cubra la totalidad de la plantación. 	Llegar a una cobertura del 100% en cuanto a recolección y transporte.
Optimización del manejo y tratamiento de los residuos y subproductos	Aprovechamiento de los subproductos industriales.	Emplear los subproductos industriales dentro del mismo proceso productivo del Biodiesel.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterizar los subproductos para conocer su composición y determinar sus propiedades. 2. Determinar las mejores alternativas de compostaje y aprovechamiento de los subproductos. 	Iniciar los programas de monitoreo y seguimiento de los subproductos empleados.
Mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos y subproductos	Capacitación al personal encargado del manejo recolección y disposición final de residuos sólidos.	Capacitar al personal involucrado en la cadena de generación, manejo y disposición de los residuos y subproductos.	Capacitar al personal encargado de la recolección, manejo y transporte de los residuos sólidos y subproductos industriales con el fin de prestar un servicio eficiente y seguro en términos de condiciones óptimas de salud ocupacional.	Capacitar al 100% de los colaboradores de la cadena de residuos y subproductos.

Fuente: elaboración propia

Alternativa 1. El compostaje.

Es un proceso de degradación realizado por microorganismos, los cuales en presencia de la humedad, con temperatura adecuada y bajo condiciones aeróbicas, utilizan los nutrientes que están contenidos en el material por trasformar hasta obtener un producto homogéneo denominado *compost*, libre de patógenos y estabilizado físico-químicamente, este *compost* se aplicaría en los lotes de la plantación, minimizando el uso de agroquímicos como fertilizantes (ver *Tabla 4*).

Esta es una propuesta para la cual se han presentado dos alternativas, las cuales se encuentran en estudio de factibilidad técnica y económica, las cuales en cálculos preliminares estimados, oscilan entre US \$534.000 y US \$667.000; sin embargo, a la fecha no se cuenta con una propuesta final de los proveedores, (BIOTECH, AV COMPOSTING Ltd.).

Beneficios de la alternativa 1.

- Todos los desechos orgánicos se utilizan en proporciones específicas en el proceso de compostaje.
- El *compost* puede ser aprovechado en los cultivos de inmediato y en su totalidad.
- Permite el manejo racional de volúmenes elevados.
- Mejora estructura y propiedades físicas del suelo.
- Se devuelve a campo un producto de bajo costo, obtenido en tiempo inferior a 40 días, biodegradado, estabilizado que aporta nutrientes a la planta.
- Se incrementa la productividad de las plantaciones.
- Posibilita la sustitución parcial de la fertilización química por orgánica, de manera gradual, para acondicionar suelos y mejorar calidad de los frutos.
- Es un proceso acorde con las normas de calidad ISO 14000 y las exigencias de manejo ambiental.

Desventajas de la alternativa 1.

- Manejo ambientalmente responsable pero no ambientalmente sostenible.
- Disponibilidad de 5 o 6 hectáreas de terreno para el proceso de compostaje.
- Costos de mantenimiento, personal y maquinaria.
- Generación leve de olores.
- Costo de implementación del sistema de compostaje.

Tabla 4. Análisis comparativo entre la descomposición tradicional y el compostaje.

VARIABLE ANÁLISIS	TRADICIONAL	COMPOSTAJE
Tiempo de degradación del Raquis	240 Días	40 Días
Tipo de proceso	No Controlado	Controlado
Calidad del producto	Menor	Mayor
Aprovechamiento residuos	Parcial	Total
Facilidad de transporte a campo	Menor	Mayor
Generación de residuos orgánicos ha/año	5 ton/Raquis	7 ton/Compost
Aplicación actual/ha	50 - 100 ton Raquis	70 - 140 ton Compost

Fuente: *Elaboración propia*

Alternativa 2. Disposición por un tercero (gestor de residuos).

Se consultaron diferentes firmas que ofrecen los servicios de manejo, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos generados por la planta, aceptadas por la Autoridad Ambiental; los valores ofertados están de acuerdo con la cantidad de residuos, vigencia del contrato y características particulares del mismo, (ver *Tabla 5*).

Beneficios de la alternativa 2.

- No se generan pasivos ambientales, ni residuos, ni emisiones durante el proceso.
- No se requiere mantenimiento, ni acondicionamiento de áreas dentro de las instalaciones de la empresa.
- El transporte del material se realiza conforme con la normatividad legal vigente.
- Se garantiza la correcta disposición de los residuos de acuerdo a su tipo y con la infraestructura adecuada, para su co-procesamiento, disposición final, incineración, encapsulamiento.
- Asesoría técnica ambiental permanente.

Desventajas de la alternativa 2.

- Manejo ambientalmente responsable pero no ambientalmente sostenible.
- Elevados costos de disposición sin inversiones en la empresa.
- Tercerización del riesgo y la responsabilidad del manejo de los residuos o subproductos.

Tabla 5. Análisis de costos para la alternativa 2

EMPRESA	PRECIO UNITARIO (US\$/Ton)	VALOR ANUAL ESTIMADO US\$	VALORES ADICIONALES	TIEMPO DE CONTRATO
GEREP S.A. E.S.P.	500	1.022.000	Cargue: US\$10/ton	2 AÑOS
CONSORCIO SAAM	435	819.000	Transporte: US\$2.200/mula	sin período
ECOEficiencia	700	1.340.000	Transporte	sin período

Fuente: *Elaboración propia*

Alternativa 3. Almacenamiento interno de residuos previo aplicación en campo (práctica aprobada por el ICA).

Se plantea la construcción de un centro de almacenamiento de los residuos o subproductos como raquis, tierras filtrantes, cenizas, lodos, con el fin de acopiarlos previa a su aplicación en los meses de verano en los lotes de campo, (ver *Tabla 6*).

Beneficios de la alternativa 3.

- El producto de la descomposición puede ser aprovechado en los cultivos de inmediato y en su totalidad.
- Permite el manejo racional de volúmenes elevados.
- Mejora estructura y propiedades físicas del suelo.
- Se devuelve a campo un producto de bajo costo.
- Se incrementa la productividad de las plantaciones.
- Posibilidad de sustituir parcialmente la fertilización química por orgánica, de manera gradual, para acondicionar suelos y mejorar calidad de los frutos.

Desventajas de la alternativa 3.

- Generación de vectores como olores ofensivos y moscas
- Costos de mantenimiento, maquinaria y transporte.
- Construcción de la infraestructura necesaria para el almacenamiento del material.
- No se puede emplear todo el material orgánico presente en la plantación.

Tabla 6. Análisis de Costos de la alternativa 3

EMPRESA	ESPECIFICACIONES	VALOR ANUAL ESTIMADO US\$
KUBRIR LTDA	Postes en concreto Polietileno para canal y cubierta Polisombra Cable acerado y varilla de anclaje Zapatas y tensores Transporte Piso en concreto Herramientas y materiales Diseño y trazado Placas en concreto	487.000
CPE	Postes en concreto Polietileno para canal y cubierta Polisombra Cable acerado y varilla de anclaje Zapatas y tensores Transporte Piso en concreto Herramientas y materiales Diseño y trazado Placas en concreto	534.000
BIOAGRICOLA DEL LLANO	Diseño centro de almacenamiento de residuos o subproductos	4.000

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Como parte de la evaluación del PMA se pudo evidenciar la necesidad de una evaluación de impactos reales para todas las etapas de producción, para lo cual se requiere una metodología que se ajusta a las características propias de este negocio. Las actividades propias de la plantación y las de la construcción de la planta de biodiesel requieren el desmonte y el acondicionamiento de los suelos, además con la incorporación de químicos se altera las propiedades químicas y físicas del suelo. La aplicación de las técnicas adecuadas y a tiempo ayudan a la remediación de este recurso, además evitara la degradación del suelo haciendo que este se recupere en menor tiempo y las implicaciones ambientales negativas sean tenues [12].

Las áreas que abarcan los procesos son susceptibles a la contaminación del aire debido a la emisión de partículas sólidas y gaseosas que se generan en su mayoría por los procesos que se llevan a cabo en la planta extractora de aceite y la operación de la planta de biodiesel [13]. Los mayores impactos negativos para la calidad del aire son los que provienen de la extracción del aceite de palma, debido a este diagnóstico, es más fácil ejercer un control en la fuente con diferentes técnicas o empleo de tecnología avanzada que ayude a minimizar estos efectos. Se recomienda la adquisición de calderas modernas para reemplazar las antiguas, aunque las nuevas calderas también presentaran niveles de contaminación que superan los límites de la Norma se hace necesario entonces instalar un sistema de control de emisiones [14].

En el manejo de residuos, que es el tema que impulsó el desarrollo de este proyecto, presenta el inconveniente de tener residuos que por la localización geográfica no pueden ser dispuestos con facilidad, además de los altos costos por su transporte y manejo. Esto pone en la balanza el costo del manejo de los residuos por un tercero, versus la creación de una planta compostera en donde se obtendría una recuperación de la inversión, seguida de una considerable reducción en los costos de producción de la empresa, todo esto encaminado a que la compostera ahorraría costos de manejo y tratamiento del subproducto por un tercero y se haría internamente para aumentar de igual forma las propiedades fertilizantes del suelo. A esto se le suma el ahorro de las sanciones gubernamentales. Finalmente, se deberá incorporar en el PMA el Plan de Emergencias donde se indican los procedimientos por implementar y los aspectos en el caso de presentarse alguna emergencia ambiental [15].

Agradecimiento

Este documento se realizó con la colaboración de Aceites Manuelita S.A, gracias a su información y a todo el personal que brindaron datos de vital importancia para el desarrollo de esta investigación.

Referencias Bibliográficas

- [1] Beltrán S. y Zamora A. Alcaldía Municipal de San Carlos de Guaroa Meta (2000).
- [2] Ahmad, Sarwani Hj Adni, Chang, Ah Know Ho, Cheng Tuck & Teo, Cheng Hai (1999).
- [3] Chan, Kook Weng, Ma, Ah Ngan, Ariffin, Darus & Jalani, B.Sukaimi (1999).
- [4] PORIM. Chávez López, E. (2009). Palma africana entre el cielo y el infierno. *Revista Ambiental. Catorce* 6. No. 29. Ed. Corporación Bioparque. Bogotá D. C. Disponible: <http://www.catorce6.com/la-revista/>
- [5] Enríquez Bernal, L. M. (2009). *Estrategia para la implementación de la Norma ISO 14001 en empresas productoras de palma de aceite de la zona oriental colombiana*. Tesis de Maestría en Gestión Ambiental. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D. C.

- [6] CPA Ltda. (2008). Plan de Manejo Ambiental para Aceites Manuelita S. A.
- [7] Arenas Ferro, J. (2010). Brevísima narración sobre los bioagro- combustibles. *Gestión y Ambiente*. Volumen 13, No. 1. ISSN 0124-177X.
- [8] Conesa Fernández-Vítora, V. (2009). *Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental*: (4ta Ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.. ISBN 978-84-8476-384-0.
- [9] Infante Villareal, A. (2007). Perspectivas de la situación energética mundial. Las oportunidades para Colombia. *Revista de Ingeniería*, No. 25, ISSN 0121-4993.
- [10] Liew, Hsien Ta & Tan, Bee Wah. (1999). *Ruta para el sistema de manejo ambiental "Nuestra responsabilidad ambiental"* (Experiencia en plantaciones de sime Darby). 1999 PIPOC PORIM.
- [11] Maldonado Romero, M. (2010). Evaluación del PMA en una planta de producción de biodiesel. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental y Sanitaria. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle, Bogotá D.C.
- [12] Espinosa, G. (2001). *Fundamentos de evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo – BID, Santiago de Chile, Chile: Centro de Estudios para el Desarrollo – CED.
- [13] FEDEPALMA (2009). Biodiésel de palma: un proyecto de largo de largo aliento convertido en realidad. *Palmas*. Vol. 29 No. 1. ISSN 0121-2923.
- [14] Heson, I. E. (1995). Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en Malasia. *Palmas*. Vol. 16, No. 4, p.49-66. ISSN 0121-2923.
- [15] Reinosa Pulido, D. C. (2009). Costos ambientales en el proceso de extracción del aceite de palma. Estudio de caso. *Revista Venezolana de Gerencia*, Vol. 14, No. 46, pp. 228-247 Universidad del Zulia, Venezuela. ISSN 1315-9984.
- [16] Evaluación del impacto ambiental de plantaciones de palma de aceite en bosques secundarios. Experiencias del Golden Hope. 1999 PIPOC PORIM.
- [17] International Palm Oil Congress Emergin Technologies and Opportunities in the next Millennium (February 1-6: Kuala Lumpur, Malaysia. Proceedings (Chemistry and Technology)). Kuala Lumpur: PORIM.
- [18] CORPORINOQUIA (2000). Documento técnico: Plan de Manejo Ambiental (PMA) establecido para la plantación y planta extractora. Resolución 473 del 11 de Agosto de 2000.
- [19] Documento Técnico: Ordenamiento Territorial de Guaroa.
- [20] Evaluación del comportamiento ambiental de la industria de la palma de aceite en Malasia. PIPOC PORIM International Palm Oil Congress *Emergin Technologies and Opportunities in the next Millennium* (February 1-6 : Kuala Lumpur, Malaysia. Proceedings- (Chemistry and Technology). (1999) Kuala Lumpur.
- [21] Garmendia Salvador, A. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Ed. Pearson Alhambra. ISBN: 8420543985.
- [22] Gómez Orea, D. (2002). *Evaluación de Impacto Ambiental un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2ª Edición. ISBN 84-8476- 084-7.
- [23] International Palm Oil Congress Emergin Technologies and Opportunities in the next Millennium (February 1-6 : Kuala Lumpur, Malaysia. Proceedings (Chemistry and Technology)). Kuala Lumpur: PORIM, 1999.
- [24] República de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, FEDEPALMA (2002). *Guía Ambiental para el subsector de la Agroindustria de la Palma de Aceite*. ISBN 9789589649473.
- [25] Yañez, E. (2009). Biocombustibles, medio ambiente, tecnología y seguridad alimentaria. *Palmas* Vol. 30, No. 1, p.71-91. ISSN 0121-2923.