

**CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL
ACEITE DE PALMA EN EL MAGDALENA MEDIO**

**SERGIO ANDRES CARVAJAL ARCINIEGAS
VIVIANA ANDREA TORRES ARBOLEDA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2009**

**CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL
ACEITE DE PALMA EN EL MAGDALENA MEDIO**

**SERGIO ANDRES CARVAJAL ARCINIEGAS
VIVIANA ANDREA TORRES ARBOLEDA**

**Tesis de grado en la modalidad de investigación para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Director:
MARIO ALVAREZ CIFUENTES
Ingeniero Químico Ms. C., Ph. D.**

**Codirector
LUIS EDUARDO BECERRA ARDILA
Ingeniero Industrial Ms.**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2009**

DEDICATORIA

A Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día.

Le agradezco a mi mamá y mi abuelo ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación, alimentación entre otros, son a ellos a quien les debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso.

A Cristina Martínez Soler amiga y novia, quien ha sido un apoyo incondicional, gracias mi amor por estos años de completa alegría y triunfos, gracias por estar a mi lado y creer en mí.

A mi compañera de grado quien a lo largo de la carrera pasó de ser una compañera más a una gran amiga con quien compartí grandes momentos y recuerdos.

También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí, Sergio Silva un amigo por siempre, un amigo que quiero como a un hermano que ha vivido conmigo todas esas aventuras durante más de 10 años que llevamos de conocidos.

SERGIO ANDRÉS CARVAJAL ARCINTEGAS

DEDICATORIA

A papito Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

A mi mama Adriana Arboleda, que gracias a ella soy quien soy hoy en día, por darme la vida, cariño y calor humano necesario, por haber velado por mi salud, mis estudios y mi educación, es a ella quien le dedico esta meta alcanzada y le debo todo, horas de consejos, de regaños, de reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy segura que las ha hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgullosa.

Mi hermana Daniela y mi hermano Nicolás que han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos.

A mi mejor amiga María Teresa que considero mi hermana, muchas gracias por todos estos años de conocernos y en los cuales hemos compartido tantas cosas. Solo quiero darte gracias por todo el apoyo, la amistad y comprensión que me has dado de una manera desinteresada, los cuales me han servido como fortaleza para seguir en mi camino, gracias por estar siempre conmigo.

A mi compañero de proyecto mi amiguín, gracias por compartir esta experiencia conmigo y por brindarme tu Amistad desinteresada y leal.

Y a todas aquellas personas han contribuido, de una u otra forma, a la elaboración de este trabajo.

VIVIANA ANDREA TORRES ARBOLEDA

Ing. Heli Mauricio Meneses	Jefe de la planta extractora de Aceite de Palma Agroince Ltda
Ing. Julio Saavedra	Director logístico de la planta extractora de Aceite de Palma Bucarelia S.A
Tec. John Jairo Lozada	Interventor de planta de la planta extractora de Aceite de Palma Central.
Ing. Nilson Rodríguez	Gerente de la planta extractora de Aceite de Palma Oleaginosas las Brisas S.A
Ing. Carlos Fernández	Jefe de proceso y calidad de la planta extractora de Aceite de Palma Palmas del Cesar.
Ing. Christian Mantilla Barrera	Gerente técnico de C.I. Santandereana de Aceites S.A.
Ing. Jaime Torres	Líder en líder del proyecto de calidad del combustible del Instituto Colombiano del Petróleo, de Ecopetrol

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1 General	2
1.2 Específicos.....	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Tecnología.....	3
2.1 Clasificación De La Tecnología	4
2.1.1 <i>Según su Esencia</i>	4
2.1.2 <i>Según su grado de modernidad</i>	4
2.1.3 <i>Según su forma de incorporación</i>	4
2.1.4 <i>Según su ventaja competitiva</i>	5
2.1.5 <i>Según los procesos de organización y producción.</i>	5
2.2 Ciclo de vida de las tecnologías	5
2.2.1 <i>Emergencia</i>	6
2.2.2 <i>Crecimiento</i>	6
2.2.3 <i>Madurez</i>	6
2.2.4 <i>Saturación</i>	7
2.2.5 <i>Abandono</i>	7
2.3 Asimilación de la tecnología.....	7
2.3.1 <i>Asimilación alta</i>	7
2.3.2 <i>Asimilación media</i>	8
2.3.3 <i>Asimilación baja</i>	8
2.4 Gestión tecnológica.....	8
2.4.1 <i>Procesos de la gestión tecnológica</i>	8
2.4.2 <i>Herramientas de la gestión tecnológica</i>	10
3. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DEL PROYECTO	14
3.1 Búsqueda bibliográfica	14
3.2 Tipo de estudio	14
3.2.1 <i>Selección del tipo de investigación.</i>	14
3.2.2 <i>Selección de la Población</i>	14

3.2.3	<i>Diseño de la encuesta</i>	15
3.3	Recopilación de datos	17
3.4	Validación de información	18
4.	GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE LA PALMA AFRICANA	19
4.1	Historia.....	19
4.2	Planta.....	21
4.2.1	<i>Variedades</i>	22
4.2.2	<i>Morfología</i>	23
4.3	Cultivo.....	27
4.3.1	<i>Semilla</i>	27
4.3.2	<i>Vivero</i>	28
4.3.3	<i>Diseño de plantación</i>	29
4.3.4	<i>Preparación del Terreno</i>	29
4.3.5	<i>Manejo de Plantación</i>	31
4.4	Extracción	33
4.5	Procesos industriales	34
4.5.1	<i>Refinación</i>	34
4.5.2	<i>Biodiesel</i>	35
5.	TECNOLOGIAS EXISTENTES PARA LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE	38
5.1	Procesos cultivo de palma	38
5.1.1	<i>Vivero</i>	38
5.1.2	<i>Establecimiento y Desarrollo</i>	38
5.1.3	<i>Cosecha</i>	39
5.1.4	<i>Alce y Transporte</i>	41
5.1.5	<i>Mantenimiento</i>	43
5.1.6	<i>Sanidad</i>	45
5.2	Extracción	46
5.2.1	<i>Extracción del Aceite de Palma</i>	46
5.2.2	<i>Extracción de Aceite de Palmiste</i>	51
5.3	Procesos industriales	51

5.3.1	<i>Refinación</i>	51
5.3.2	<i>Biodiesel</i>	56
6.	PERFILES TECNOLOGICOS PARA LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE EN EL MAGDALENA MEDIO	60
6.1	Perfil tecnológico del eslabón cultivo de palma	61
6.2	Perfil tecnológico del eslabón de la extracción aceite de palma	69
6.3	Perfiles tecnológicos para los procesos industriales.....	75
6.3.1	<i>Perfil Tecnológico Eslabón Refinación</i>	75
6.3.2	<i>Perfil tecnológico del eslabón para la producción de biodiesel</i>	81
7.	EFFECTOS CAUSADOS POR LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE	90
7.1	Efectos económicos a la agroindustria palmera	90
7.1.1	<i>¿Porqué la Palma?</i>	92
7.1.2	<i>Normatividad e Incentivos</i>	95
7.1.3	<i>Generación de empleo</i>	97
7.1.4	<i>Disponibilidad y uso de tierras</i>	100
7.1.5	<i>Investigación y Desarrollo</i>	102
7.2	Efectos de tipo ambiental a la agroindustria palmera	104
7.2.1	<i>Efectos negativos</i>	105
7.2.2	<i>Efectos positivos</i>	106
7.2.3	<i>Biodiesel Ambientalmente Amigable</i>	109
8.	TENDENCIAS TECNOLOGICAS DEL ETANOL BRASILEÑO APLICABLES A LA INDUSTRIA DE BIODIESEL EN COLOMBIANA	112
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	123
	EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS	124
	BIBLIOGRAFÍA	125
	ANEXOS	131

LISTA DE FIGURAS

Figura No.1 Ciclo de vida de la Tecnología	6
Figura No.2 Ciclo de Vigilancia Tecnológica	12
Figura No.3 Municipios del Magdalena Medio	16
Figura No.4 Género Elaeis.....	21
Figura No.5 Variedades De Palma Africana.....	23
Figura No.6 Inflorescencia Masculina	25
Figura No.7 Inflorescencia Femenina.....	25
Figura No.8 Fruto de palma de aceite	26
Figura No.9 Racimo de Palma Aceitera bien conformado	26
Figura No.10 Círculos limpios en plantas jóvenes.	31
Figura No.11 Reacción de transesterificación de un triglicérido para producir Biodiesel.	36
Figura No.12 Construcción de carreteras y construcción de drenajes.....	39
Figura No.13 Cosechadoras	40
Figura No.14 Transportadoras de RFF.....	42
Figura No.15 Maquinas de recolección de fruta suelta.....	43
Figura No.16 Maquinarias para realizar la fertilización	44
Figura No.17 Maquinas para el control de maleza	45
Figura No.18 Proceso De Refinación De Aceite De Palma	52
Figura No.19 Distribución De Patentes Por Año.....	85
Figura No.20 Distribución De Países Por Patente.....	85
Figura No.21 Estructura de la oferta energética en Colombia (2008)	91
Figura No.22 Producción y exportaciones de petróleo Vs. Reservas nacionales	92
Figura No.23 Precio del petróleo entre 1978 a 2008	92
Figura No.24 Participación en la producción mundial de APC para 2008 según país.....	93
Figura No.25 Rendimientos de aceite de palma en Colombia y Malasia 1981-2007 (Ton / ha)	95
Figura No.26 Rendimientos promedio de aceite de palma por zona productora. 2007-2008 (t / ha)	95

Figura No.27 Uso del aceite de palma en los próximos años	99
Figura No. 28 Colombia Evolución del área sembrada con palma de aceite. 1960 – 2008	101
Figura No. 29. Ciclo ambiental del Biodiesel	110
Figura No. 30 Comparación de las emisiones de los combustibles puros	111
Figura No.31 Tecnología y transesterificación Ballestra.	184
Figura No.32 Flujo del proceso batch.....	187
Figura No.33 No. De empleados por actividad	193
Figura No.34 Tipo de semilla que utiliza.....	194
Figura No.35 Frecuencia anual con que fertiliza	196
Figura No.36 Método para el control de malezas	196
Figura No.37 Posee sistema de riego	197
Figura No.38 Utiliza software	198
Figura No.39 Tiene maquinaria propia	198
Figura No.40 Que tipo de mantenimiento realizan?	199
Figura No.41 Sistema de Contratación para el mantenimiento?.....	199
Figura No.42 Posee apoyo de instituciones	200
Figura No.43 Que tipo de extracción realiza?.....	201
Figura No.44 Capacidades de procesamiento.....	202
Figura No.45 Picos de Producción.	202
Figura No.46 Turnos por día	203
Figura No.47 Antigüedad	203
Figura No.48 Capacidad de la tolva de recepción	204
Figura No.49 Tambor rotatorio	205
Figura No.50 Capacidad del desfrutador	205
Figura No.51 Capacidad de los digestores.....	206
Figura No.52 Método de Clarificación	207
Figura No.53 Capacidad de los tamices.....	207
Figura No.54 Tipo de separador primario.....	208
Figura No.55 Antigüedad separador primario.....	208
Figura No.56 No. De centrifugas	209

Figura No.57 Posee tanques florentinos	210
Figura No.58 Posee secador de torta.....	210
Figura No.59 Desfibrador	211
Figura No.60 Capacidad de desfibración	211
Figura No.61 Equipo utilizado en el proceso de palmisteria	212
Figura No.62 Antigüedad de los equipos.....	213
Figura No.63 Tipo de mantenimiento	214
Figura No.64 Ha generado de generado proyectos de I+D	215

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Herramientas para la gestión de la tecnología	11
Tabla 2 Agroindustria Palmera de Magdalena medio.....	16
Tabla 3 Propiedades típicas de los combustibles diesel y biodiesel.....	37
Tabla 4 Empresas que realizan la transesterificación clásica	59
Tabla 5 Distribución de Patentes por Empresa.....	86
Tabla 6 Año de publicación.....	87
Tabla 7 Publicaciones por Países.....	87
Tabla 8 Distribución de publicaciones por Instituciones	88
Tabla 9 Tipo de publicación	88
Tabla 10 Producción de aceite de palma 2000-2020 (millones de toneladas).....	93
Tabla 11 Eficiencia Energética	94
Tabla 12 Rendimientos materias primas (Lts/ha/año)	94
Tabla 13 Normatividad Económica	96
Tabla 14 Empleo agrícola en el biodiesel	98
Tabla 15 Área Actual y potencial de palma.....	99
Tabla 16 Área Potencial de Palma.....	100
Tabla 17 Área en producción de palma de aceite en el mundo (En miles de hectáreas).....	101
Tabla 18 Empleo Actual y Potencial en Palma por Zonas.....	102
Tabla 19 Investigación y Desarrollo Tecnológico 2005 – 2008 (Millones de Pesos)	102

LISTA DE ANEXOS

ANEXO. A	Factores de la encuesta y entrevista.....	132
ANEXO. B	Encuesta cultivo de palma	143
ANEXO. C	Encuesta extractora de palma de aceite	147
ANEXO. D	Entrevista C.I SACEITES S.A	153
ANEXO. E	Entrevista ECODIESEL COLOMBIA S.A.....	155
ANEXO. F	Diseño de plantación industrial.....	157
ANEXO. G	Sistema de siembra al tresbolillo.....	158
ANEXO. H	Proceso industrial para la producción del biodiesel.....	159
ANEXO. I	Normas EN 14214 y A.S.T.M D 6751-02	160
ANEXO. J	Principales variedades de semillas	161
ANEXO. K	Características de cada uno de los métodos de esterilización	165
ANEXO. L	Diferentes métodos de clarificación	168
ANEXO. M	Diagrama del proceso de extracción de aceites vegetales	171
ANEXO. N	Maquinaria empleada para la extracción de aceite de palma.....	172
ANEXO. O	Refinación del aceite de palma en bruto	177
ANEXO. P	Maquinaria para cada fase del proceso de refinación.	178
ANEXO. Q	Ventajas y desventajas de los catalizadores para la producción de biodiesel.....	182
ANEXO. R	Tecnologías existentes para la obtención de biodiesel a partir de aceites vegetales	183
ANEXO.S	Proveedores de maquinaria especializada para el proceso de extracción de aceite de palma.....	190
ANEXO. T	Cadena agroindustrial de la palma de aceite.....	192
ANEXO. U	Inventario tecnologico de la agroindustria palmera	193
ANEXO. V	Patente Conneman	223
ANEXO. W	Diagrama de un proceso de transesterificación en discontinuo	224

RESUMEN

TÍTULO	CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL ACEITE DE PALMA EN EL MAGDALENA MEDIO*
AUTORES	CARVAJAL ARCINIEGAS, Sergio Andrés TORRES ARBOLEDA, Viviana Andrea**
PALABRAS CLAVES	Aceite de palma, Inventario tecnológico, Perfil Tecnológico, Biodiesel.
RESUMEN	<p>Colombia es el primer productor en Latinoamérica y el quinto en el mundo de aceite de palma. La palmicultura es una de las actividades agrícolas más prometedoras como eje para alcanzar el desarrollo de la agroindustria nacional. El Magdalena Medio es la segunda zona con mayor participación del sector, contando con: 87.525 hectáreas de área cultivada, nueve (9) plantas extractoras, una industria de refinación de aceites y una planta de biodiesel en implementación.</p> <p>El presente proyecto permite conocer las características tecnológicas de producción presentes en cada uno de los eslabones de la cadena productiva del aceite de palma en el Magdalena Medio, partiendo desde el cultivo hasta el más reciente eslabón de la cadena, la producción de Biodiesel, con el fin de generar herramientas útiles que le permitan al sector tomar decisiones y emprender acciones, para afrontar los retos futuros.</p> <p>Para el desarrollo del ejercicio se parte de definir la población estudio, que tenga relación directa con la planta de biodiesel ECODIESEL, para lo cual se realizó un inventario tecnológico, efectuado mediante la recolección y análisis de información primaria y secundaria, entrevistas, visitas técnicas, asistencia a reuniones y eventos públicos relacionados con el sector, permitiendo la creación de perfiles tecnológicos para cada uno de los eslabones que hacen parte de la industria palmera. Complementariamente se identificaron los efectos económicos y ambientales más relevantes causados por la producción de biodiesel a partir de aceite de palma y se identificaron algunas tendencias tecnológicas de la industria del etanol brasileño, otro biocombustible, adaptables a la industria de Biodiesel colombiano.</p>

* Trabajo de Grado, modalidad investigación.

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Ph.D. Mario Álvarez Cifuentes. Codirector: Ms. Luis Eduardo Becerra Ardila.

SUMMARY

TITLE TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE PRODUCTIVE CHAIN OF THE PALM OIL IN THE MAGDALENA MEDIO*

AUTHORS CARVAJAL ARCINIEGAS, Sergio Andrés
TORRES ARBOLEDA, Viviana Andrea**

KEYWORDS Oil Palm, technological profile, technological inventory, Biodiesel

DESCRIPTION Colombia is the first palm oil producer in Latin America and the fifth in the world. The palm culture is one of the most promising agricultural activities as an axis to reach the national development. The Magdalena Medio region is the second area with major participation in this agro business counting 87,525 hectares sowed with cultivation, nine (9) extraction plants, one oil refinery and a plant of biodiesel production in implementation.

The present project identifies some technological production characteristics in each of the links the productive palm oil chain of in the Magdalena Medio region, setting off from the cultivation to the most recent link of the chain, the production of biodiesel, in order to generate some useful tools for the agro business that allow them to take decisions and tackle actions, to confront the future challenges.

This work starts by defining the industry population object of study, that have direct relations to the biodiesel and ECODIESEL plant, then a technological inventory was performed, by means of the compilation and analysis of primary and secondary information, interviews, technical visits, assistance to meetings and public events related to the sector, allowing the creation of technological profiles for each of the links that make part of the palm industry. In addition some technological trends of the Brazilian ethanol industry were related to the Colombian Biodiesel industry.

* Undergraduate thesis, modality research.

**Faculty of Physical-Mechanics Engineerings, Industrial and Business Study School. Director: Ph.D. Mario Álvarez Cifuentes. Codirector: Ms. Luis Eduardo Becerra Ardila.

INTRODUCCIÓN

La palma de aceite llega a Colombia en el año de 1932 pero sólo hasta la década de 1960 dan inicio en la región del Magdalena Medio a las primeras empresas cultivadoras de palma aceitera con material cultivado traído directamente del continente africano, siendo solo hasta los años ochenta (80) en que estas empresas comienzan la puesta en marcha de las plantas extractoras y de la única refinería que hace parte de la región.

Hoy en día a los eslabones tradicionales como son el de cultivo, plantas extractoras y la refinación, se une la producción de Biodiesel, la cual se inicia por la declinación de los pozos productores de petróleo y por consideraciones de tipo ambiental. Para Colombia, esta opción es parte central de la estrategia de política energética y para ello ha adecuado su marco legal abriendo el camino a la producción de combustibles sustitutos de origen agrícola o biocombustibles. La ley 939/2004 establece las condiciones para la producción de biodiesel y su utilización en un 5% como sustituto del ACPM.

Colombia es uno de los países líderes en América Latina en la expansión de los cultivos agrícolas destinados a la producción de biocombustibles. El gobierno Colombiano promueve su uso por medio de normativas para reemplazar paulatinamente la gasolina y el diesel por combustibles derivados de la agroindustria.

En este sentido el presente trabajo ofrece un panorama amplio y crítico sobre la cadena productiva del aceite de palma y se contextualizan sus relaciones históricas, económicas y ambientales, todas ellas enfocadas hacia la tecnología y la naciente industria de producción de Biodiesel a partir del aceite de palma.

1. OBJETIVOS

1.1 General

Caracterizar tecnológicamente la cadena productiva de la palma de aceite en el Magdalena Medio, partiendo desde el agro hasta la producción de metiléster, en un escenario de consumo de biodiesel.

1.2 Específicos

- Elaborar un diagnóstico en cada uno de los eslabones de la cadena productiva de la palma de aceite, desde el punto de vista tecnológico y de operación, por medio de la recolección de información de fuentes primarias y secundarias.
- Definir los perfiles tecnológicos que posee cada uno de los eslabones de la cadena, basados en la información obtenida del diagnóstico, que permitan crear fortalezas en el uso de tecnologías y tomar decisiones más acertadas y eficientes.
- Identificar los efectos de tipo económico y ambiental, en la cadena y en otros sectores relacionados con el biodiesel, como consecuencia del aumento de la demanda del aceite de palma y la creciente correlación que ha venido surgiendo entre el sector agrícola y el energético, por la búsqueda de fuentes de energía alternativas.
- Identificar desarrollos tecnológicos de la cadena productiva del etanol brasilero que puedan ser implementados en el sector de la palma de aceite colombiana.

2. MARCO TEÓRICO

Se presenta a continuación el planteamiento que tiene como propósito dar a conocer los conceptos y definiciones básicas que se utilizan en el transcurso del presente proyecto.

2.1 Tecnología

Definir la tecnología basados en un solo autor conlleva a limitar el concepto y las implicaciones que tiene dicha palabra, es por esto que se toman definiciones de varios autores, permitiendo enmarcar dicho concepto en el contexto del presente proyecto.

“Aplicación del conocimiento científico y de los procedimientos técnicos a la realización de tareas prácticas por medio de sistemas organizados que comprenden personas y organizaciones, seres vivos y máquinas”¹

“Es el medio para transformar ideas en productos o servicios permitiendo, además, mejorar o desarrollar procesos.”²

“Conjunto de conocimientos y habilidades con que dispone una organización para generar los bienes y servicios que le entrega a la sociedad y la capacidad para aplicarlos a la solución de problemas humano técnicos, garantizando su supervivencia, desarrollo y los del entorno en general.”³

¹ ARNOLD Pacey (1983). The Culture of Technology. Cambridge, MA: MIT Press. Traducción de R. Ríos (1990): La cultura de la Tecnología. México D.F.: F.C.E.

² HIDALGO NUCHERA, Antonio. La Gestión Tecnológica como Factor Estratégico de la Competitividad Industrial. En: Revista Economía Industrial: La organización para la innovación. No. 330. Madrid: 1999. ISSN 0422-2784. p 46 pág. 44

³ NAVAS ARBELAEZ, Marco Fidel. Desarrollo de un modelo de gestión tecnológica aplicable a empresas del sector eléctrico colombiano. Bucaramanga. 2004. p.26. Trabajo de maestría (Magíster en Potencia Eléctrica).Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Electrónica, Electrónica y Telecomunicaciones.

Considerando las definiciones anteriores se entiende la tecnología como, la capacidad que posee el hombre para asimilar el conocimiento y utilizarlo como un medio que permite transformar o generar bienes y servicios que serán útiles en la solución de problemas para la sociedad.

2.1 Clasificación De La Tecnología

2.1.1 Según su Esencia

✘ **Tecnología Medular:** Conjunto de conocimientos que son considerados especiales, vitales o críticos y que caracterizan un proceso productivo o la prestación de un servicio.

✘ **Tecnología Periférica:** Son todas la variables y conocimientos que intervienen en la elaboración de un producto o servicio, pero se caracterizan por ser complementarios en la aplicación de la tecnología medular.

2.1.2 Según su grado de modernidad

✘ **Tecnología de Punta:** Es aquella que lidera la innovación y la diferencia de otros competidores

✘ **Tecnología Moderna:** Es aquella tecnología reciente de uso masivo en el ciclo de vida tecnológico y que constituye la transición entre la innovación y la obsolescencia.

✘ **Tecnología Obsoleta:** Es aquella tecnología que ha sido completamente superada por razones de baja productividad, entre otras, y es considerada atrasada o en vías de desaparición.

2.1.3 Según su forma de incorporación

✘ **Tecnología Incorporada:** Es aquella que hace parte en objetos o personas.

✘ **Tecnología Desincorporada:** Capacidad explicativa que tiene el hombre para extraer el conocimiento y plasmarlo en libros, revistas, planos, etc.

2.1.4 Según su ventaja competitiva

✘ **Tecnologías Claves:** Son aquellas tecnologías que permiten tener una ventaja competitiva dado que son un elemento diferenciador respecto a otras empresas del mismo sector.

✘ **Tecnologías Básicas:** Son aquellas tecnologías que permiten estar en el sector sin generar ningún elemento diferenciador.

✘ **Tecnologías Emergentes:** Son aquellas tecnologías que representan un riesgo alto para las empresas por la incertidumbre que representan en la satisfacción de las expectativas.

2.1.5 Según los procesos de organización y producción.

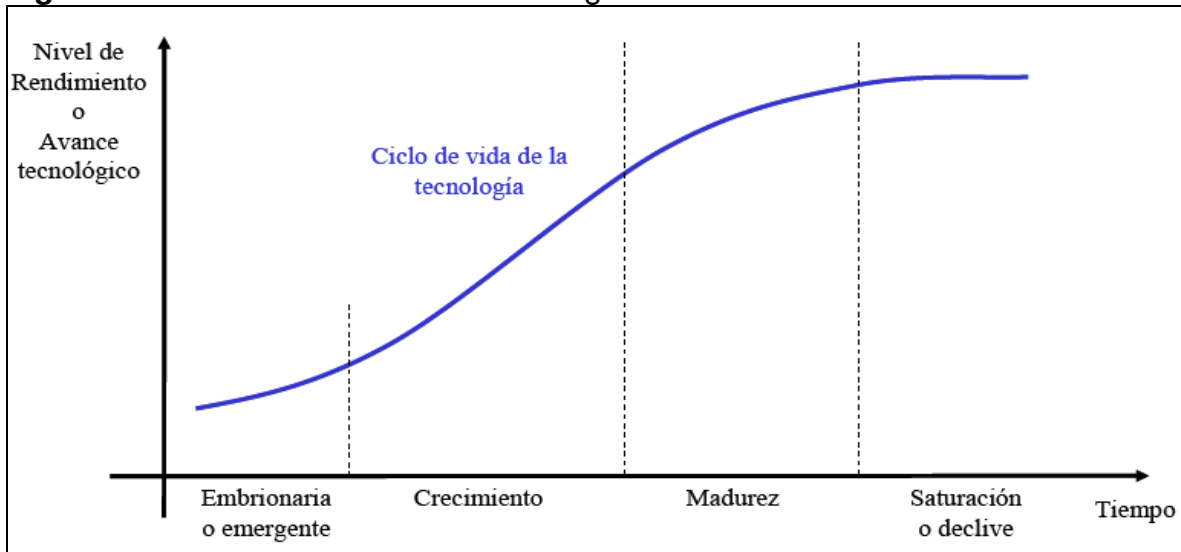
✘ **Tecnología Blanda:** Es aquella tecnología que se ve representada en elementos intangibles.

✘ **Tecnología Dura:** Es aquella tecnología que se ve representada en elementos tangibles.

2.2 Ciclo de vida de las tecnologías

Se puede valorar el nivel tecnológico de un sector productivo con el transcurrir del tiempo ya que las tecnologías tienen asociado un ciclo de vida dinámico y continuo; es decir una tecnología implica la idea inicial, su desarrollo o adquisición, la adaptación, el avance y finalmente el abandono. Esto se puede ver observar en la Figura No. 1.

Figura No. 1 Ciclo de vida de la Tecnología



Fuente: Los ciclos de Vida de las tecnologías y la evolución de sistemas. La existencia de factores limitantes en la innovación. (10:2006: Valencia). Memorias del X congreso de Ingeniería de organización. Valencia: Grupo de Ingeniería de Organización, 2006 10p. [En línea]. <http://io.us.es/cio2006/docs/000024_final.pdf> [citado el 1 de marzo de 2009]

2.2.1 Emergencia

Primera fase del ciclo de la tecnología que se relaciona con la existencia de una tecnología emergente (*idea de un nuevo producto*) relevante a las oportunidades tecnológicas.

2.2.2 Crecimiento

Esta fase involucra la adquisición o innovación real de una tecnología particular. Para ir de la fase de la idea o percepción a la de adquisición se deben realizar estudios de factibilidad técnica y económica para justificar y adquirir la nueva tecnología. Corresponden a esta fase las tecnologías denominadas claves, que permiten a sus poseedores diferenciarse de los demás, de ahí que se lleguen a denominar tecnologías de diferenciación.

2.2.3 Madurez

En esta fase tiene lugar un desarrollo considerable en los campos de aplicación de la tecnología, ya que ésta se torna bien conocida, se estabiliza su rendimiento y se

puede dar un desarrollo extensivo y una explotación en todas sus posibilidades, entre ellas la sustitución de tecnologías antiguas. Las tecnologías situadas en esta fase son definidas como tecnologías básicas ya que son bien conocidas y aplicadas por los competidores del sector donde se utilizan.

2.2.4 Saturación

Cuando en una organización se cuenta con un capital limitado, no es adecuado adquirir y abandonar una tecnología. Por tal motivo lo recomendable es adquirirla y modificarla a las necesidades propias de la organización.

2.2.5 Abandono

Esta última fase del ciclo de la tecnología es quizás la que más responsabilidad y decisión requiere, debido a que en ella se determina la obsolescencia de una tecnología en particular ya que la organización va agotando las posibilidades de innovación quedando estancados en su productividad y amenazados en sus niveles de rentabilidad.

2.3 Asimilación de la tecnología

La asimilación es la incorporación y adecuada aplicación que la tecnología permite, además de su utilización en las actividades productivas, la entrega a otros, perfeccionamiento e innovaciones. La asimilación de la tecnología en la empresa se puede clasificar de la siguiente manera⁴:

2.3.1 Asimilación alta

Es aquella tecnología incorporada en la organización en donde la empresa está en condiciones de aplicarla plena y óptimamente, perfeccionarla y a partir de ella generar innovaciones incrementales y así mismo, entregarla a otros.

⁴Ibíd. p.33.

2.3.2 Asimilación media

Es aquella tecnología incorporada en la organización en donde la empresa está en capacidad de aplicarla, más no con la suficiencia requerida en todo el grupo objetivo o de la forma intensiva que se espera. Una asimilación media indica que se deben establecer planes de capacitación o de acción, que permitan un despliegue y exploración más profunda de la tecnología, para llegar a su aplicación óptima y en un futuro generar a partir de ella innovaciones incrementales y así mismo entregarla a otros.

2.3.3 Asimilación baja

Es aquella tecnología en donde la empresa no posee el conocimiento para aplicarla sin el apoyo del proveedor de tecnología. Igual que en el caso anterior, da lugar a planes de capacitación y de acción, aunque más intensivos para lograr su máximo aprovechamiento y aplicación óptima.

2.4 Gestión tecnológica

La gestión tecnológica es el proceso de manejo de todas aquellas actividades que capaciten a la empresa para hacer el uso más eficiente de la tecnología generada internamente y de la adquirida a terceros, así como de incorporarla a los nuevos productos (innovación de producto) y a las formas en que los producen y se entregan al mercado (innovación de proceso).⁵

2.4.1 Procesos de la gestión tecnológica

Puede definirse como el proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el objetivo de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan

⁵ HIDALGO NUCHERA, Antonio. Op cit., p 46

obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes, y transferir esas mismas ideas a las fases de fabricación y comercialización.

Los principales procesos de la gestión Tecnológica de la innovación son:

- * Prospectiva Tecnológica
- * Planeación del Desarrollo Industrial y Tecnológico.
- * Adquisición de la Tecnología
- * Adaptación de la Tecnología
- * Desarrollo de la Tecnología
- * Asimilación de la Tecnología
- * Ingeniería
- * Proyectos de Inversión
- * Auditoria Tecnológica / Inventario Tecnológico

El presente proyecto se desarrollará en el marco de la Auditoria Tecnológica / Inventario Tecnológico, como uno de los principales procesos de la Gestión Tecnológica.

- ⊗ *Inventario tecnológico*⁶: Se considera una función clave, debido a que de su calidad dependerá la eficacia de la gestión de los recursos tecnológicos. Consiste en interrogarse sobre las tecnologías, las competencias, el saber hacer de la empresa en todas sus actividades, desde la concepción de los productos o servicios que ofrece hasta la atención posventa, pasando por la producción, la comercialización, la gestión de cobros, etc. Además admite distintas variantes, como que estas sean realizadas por equipos internos o por consultores externos o que se basen en entrevistas o en cuestionarios. Pueden combinarse con otras técnicas, como benchmarking, prospectiva, etc.

⁶ GETEC, Grupo Gestión de la Tecnología. Inventario Tecnológico. [en línea] s.f. Última fecha de actualización Septiembre de 2005. [citado 28 de junio de 2008]. Disponible en Internet: URL:<http://www.getec.etsit.upm.es/docencia/gtecnologia/transferecia/auditorias.htm>>

2.4.2 Herramientas de la gestión tecnológica

Según HIDALGO NUCHERA⁷ Las funciones que son necesarias desarrollar para conseguir una eficiente gestión de la tecnología se clasifican en funciones activas, que abarcan la evaluación de la competitividad y del potencial tecnológico propio, la especificación y diseño de la estrategia tecnológica, el incremento o enriquecimiento del patrimonio tecnológico propio, y la implantación de las fases de desarrollo del nuevo producto, y en funciones de apoyo, que abarcan la vigilancia del entorno tecnológico y la protección de las innovaciones.

El desarrollo de estas funciones requiere de la aplicación de un conjunto de herramientas que necesitan ser adaptadas a la cultura de la empresa para adecuarse a sus propios fines y situaciones. En la tabla No. 1 se representa una clasificación de estas herramientas, de acuerdo con la función a la que sirven de apoyo.

Dentro de las herramientas para la gestión tecnológica el presente proyecto se desarrollará bajo el marco de la Vigilancia Tecnológica.

2.4.2.1 Vigilancia Tecnológica: Es un proceso sistemático, organizado y focalizado de recolección, análisis y difusión de información del entorno científico – tecnológico que sirve de apoyo en la toma de decisiones.

2.4.2.2 Tipos de Vigilancia: Michael Porter⁸, en su estrategia competitiva, ha identificado cinco factores determinantes de la competitividad de las empresas: nuevos entrantes, clientes, proveedores, competidores y productos sustitutivos.

De acuerdo con las fuerzas competitivas anteriores es posible identificar cuatro tipos de vigilancia:

⁷ HIDALGO Nuchera, Op. cit., p. 47

⁸ Porter, Michael (1990). The Competitive Advantage of Nations. The Macmillan Press, Londres.

Tabla 1 Herramientas para la gestión de la tecnología

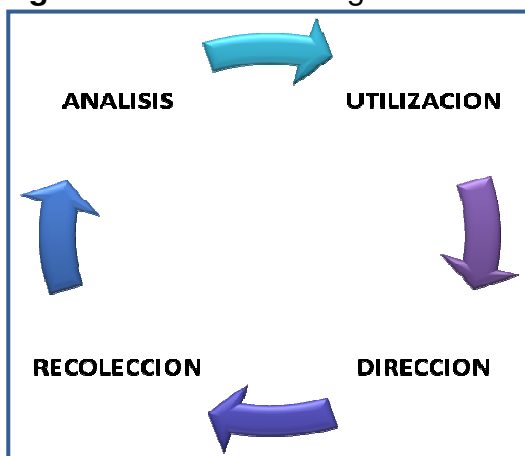
HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA	
Funciones	Herramientas Técnicas
Evaluación de la competitividad	Inventario tecnológico
Diseño de la estrategia tecnológica	Análisis DOFA Modelo de las cinco fuerzas Matriz producto - proceso Matriz posición tecnológica - atractivo tecnológico
Incremento del patrimonio tecnológico	Alianzas tecnológicas Adquisición de tecnología
Implementación de las fases de	Análisis del valor Gestión de proyectos Trabajo en equipo
Vigilancia tecnológica	Mapas tecnológicos Benchmarking tecnológico Prospectiva tecnológica
Protección de las innovaciones	Propiedad industrial. Gestión de competencias.

FUENTE: HIDALGO NUCHERA, Antonio. La Gestión Tecnológica como Factor Estratégico de la Competitividad Industrial. En: Revista Economía Industrial: La organización para la innovación. No. 330. Madrid: 1999. ISSN 0422-2784. p 47

- **Vigilancia competitiva:** se ocupará de la información sobre los competidores actuales y los potenciales (política de inversiones, entrada en nuevas actividades...).
- **Vigilancia comercial:** estudia los datos referentes a clientes y proveedores (evolución de las necesidades de los clientes, solvencia de los clientes, nuevos productos ofrecidos por los proveedores...).
- **Vigilancia tecnológica** se ocupa de las tecnologías disponibles o que acaban de aparecer, capaces de intervenir en nuevos productos o procesos.
- **Vigilancia del entorno** se ocupa de la detección de aquellos hechos exteriores que pueden condicionar el futuro, en áreas como la sociología, la política, el medio ambiente, las reglamentaciones, etc.

2.4.2.3 Ciclo de Vigilancia Tecnológica⁹: Al ser concebida la vigilancia tecnológica como un proceso sistemático, organizado y focalizado, tiene asociado un ciclo compuesto por cuatro fases: dirección, recolección, análisis y utilización, la figura No. 2 ilustra el ciclo de la vigilancia.

Figura No. 2 Ciclo de Vigilancia Tecnológica



FUENTE: Vriens (2004), Palop (1999), Escorsa (2001). Citado por MÁRQUEZ O, Johanna y RICO R., Sergio Henry. Propuesta de un sistema de vigilancia tecnológica para El instituto colombiano del petróleo – ICP. Bucaramanga, Colombia. 2008

❖ **Dirección.** Se identifican las necesidades de información, los elementos claves a vigilar, la política de vigilancia de la organización, los objetivos, la asignación de recursos, la difusión y promoción de la actividad en toda la organización, etc. La dirección de la vigilancia tecnológica debe estar alineada con la estrategia de la organización.

❖ **Recolección.** Se define el plan de búsqueda, que debe incluir fuentes de información, tiempos para entrega de informes, recursos (personas, equipos, etc.) y periodicidad o frecuencia de búsqueda de información.

⁹ MÁRQUEZ O Johanna Y RICO R., Sergio Henry. Propuesta de un sistema de vigilancia tecnológica para El instituto colombiano del petróleo – ICP. [Trabajo de grado] Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela De Ingeniería de Sistemas e Informática; 2008. 163 H. disponible en el catalogo en línea e la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander: <<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb>>

❖ **Análisis.** Asociado a la inteligencia o interpretación de resultados, es en ésta fase donde se valida y da sentido a la información que se ha recolectado en la fase anterior, en esta fase la participación de expertos en la interpretación de la información es un factor determinante de éxito. Debe permitir identificar tendencias, oportunidades y amenazas que plantea el entorno tecnológico.

❖ **Utilización.** Se refiere al aprovechamiento de las fases anteriores, consiste en la difusión y aprovechamiento de la información de la fase anterior que se ve reflejado en la toma de decisiones.

3. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DEL PROYECTO

A través de este capítulo se darán a conocer las herramientas necesarias que permitieron generar los resultados que se muestran en los capítulos posteriores (del capítulo 4 en adelante), y en términos generales, la metodología que se utiliza para alcanzar los objetivos propuestos en el presente proyecto.

3.1 Búsqueda bibliográfica

La información que se recolectó está contenida en libros, tesis de grado, bases de datos, revistas, y páginas web relacionadas con el sector palmero, siendo estas FEDEPALMA, CENIPALMA, MPOB (Malaysian Palm Oil Board), entre otras.

3.2 Tipo de estudio

3.2.1 Selección del tipo de investigación.

Se seleccionó la investigación descriptiva, la cual permite conocer y detallar la situación actual de la cadena productiva de la Palma de Aceite en el Magdalena medio.

3.2.2 Selección de la Población.

La agroindustria palmera del Magdalena Medio cuenta con cuatro eslabones, cada eslabón presenta las siguientes características:

3.2.2.1 Cultivo: El Magdalena medio posee plantaciones en los departamentos de Bolívar, Cesar y Santander, la tabla No. 2 muestran los municipios que poseen plantaciones de palma. Para el presente estudio se tendrán en cuenta las plantaciones que hacen parte de las plantas extractoras y que serán mencionadas en el numeral 3.2.2.2.

3.2.2.2 Plantas Extractoras: El Magdalena medio cuenta con 9 extractoras¹⁰ ubicadas en los departamentos de Bolívar, Cesar y Santander. La tabla No. 2 muestra los municipios donde se encuentran todas las plantas extractoras que hacen parte de la zona de estudio. De estas nueve (9) extractoras siete (7) son accionistas de ECODIESEL COLOMBIA S.A¹¹.

3.2.2.3 Refinación de aceite: El Magdalena medio actualmente posee una única planta refinadora de aceite, de razón social SANTANDEREANA DE ACEITES S.A (Saceites), la cual está ubicada en la zona Industrial, vía Chimitá km 1, de la ciudad de Bucaramanga.

3.2.2.4 Producción de Biodiesel: En el Magdalena Medio actualmente no existen plantas de biodiesel en funcionamiento pero se encuentra en construcción la planta ECODIESEL COLOMBIA S.A en el municipio de Barrancabermeja el cual se estima que empezará su funcionamiento en Noviembre del 2009¹².

3.2.3 Diseño de la encuesta.

Para poder determinar el nivel tecnológico de cada uno de los eslabones de la cadena productiva de la palma africana, se determinaron 6 factores que permitirán evaluar las áreas en las que se evidencia el uso de tecnologías. Los factores utilizados en el cuestionario aplicado en las encuestas y entrevistas realizadas, así como los aspectos que se evalúan, la conveniencia de cada uno de ellos y sus principales elementos (Véase en el Anexo A).

¹⁰ FINAGRO. Sistemas de información sectorial. [En línea]. <<http://www.finagro.gov.co/html/cache/gallery/GC-8/G-11/palma.pdf>> [citado el 12 de julio de 2009].

¹¹ ECOPETROL. Nace Ecodiesel Colombia S.A. [En línea]. <<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=148&conID=39256&pagID=129568>> [citado el 12 de julio de 2009].

¹² CONFERENCIA PANORAMA DE LOS BIOCOMBUSTIBLES ANTE LA CRISIS INTERNACIONAL. (1: 2009: Girón) En el marco de la Agroferia 2009. Dictado por la Ing. Mónica Cuellar Sánchez, Jefe de promoción de valor agregado de Fedepalma.

Figura No. 3 Municipios del Magdalena Medio

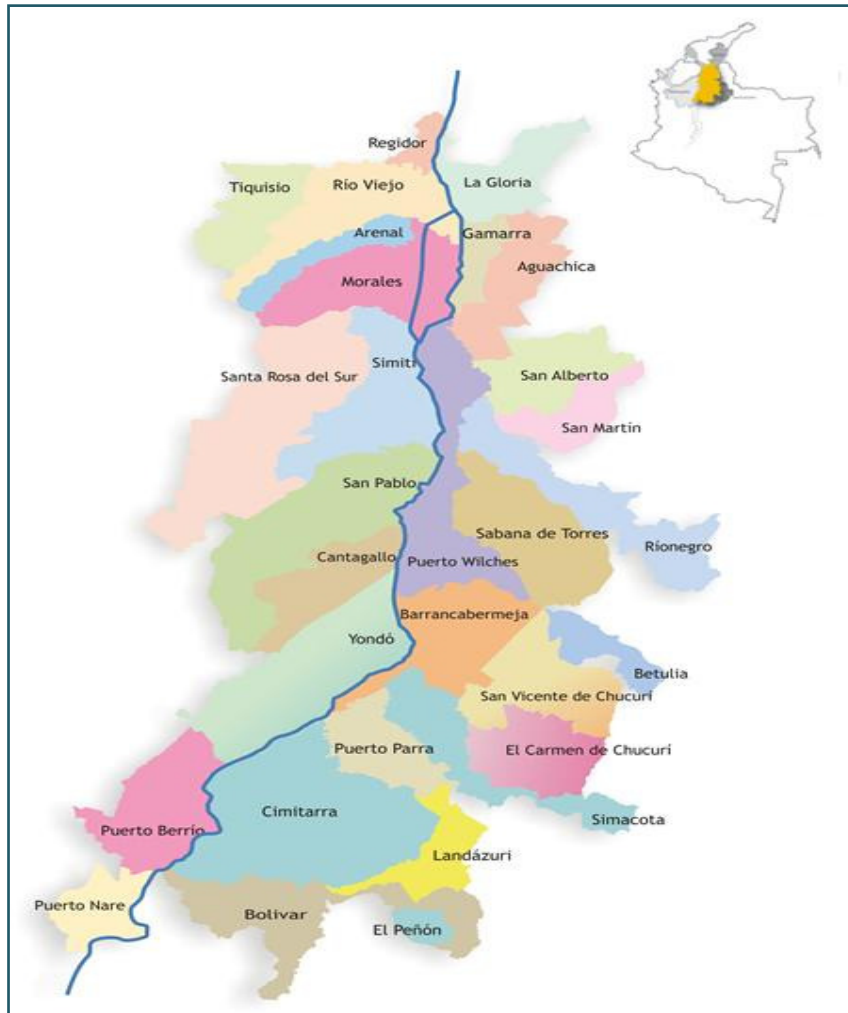


Tabla 2 Agroindustria Palmera de Magdalena medio

Departamento	Municipio	Agroindustria
Bolívar	Cantagallo	Plantaciones
	San pablo	Plantaciones
	Simití	Plantaciones
Cesar	Aguachica	Plantaciones
	San Alberto*	Plantaciones y Extractora
	San Martín**	Plantaciones y Extractoras
Santander	Bucaramanga	Refinación
	Barrancabermeja	Planta de Biodiesel
	Puerto Wilches***	Plantaciones y Extractoras
	Sabana de Torres****	Plantaciones y Extractora

FUENTE: FINAGRO. Sistemas de información sectorial. [En línea]. <<http://www.finagro.gov.co/html/cache/gallery/GC-8/G-11/palma.pdf>>

* San Alberto: Indupalma

** San Martín: Palmas del Cesar y Agroince.

*** Puerto Wilches: Bucarelia, Brisas, Palmeras de Puerto Wilches, Monterrey y Extractora Central.

**** Sabana de Torres: San Fernando.

3.3 Recopilación de datos

Para obtener información secundaria se realizaron visitas y búsquedas electrónicas a diferentes entidades del sector como lo son el centro de información de FEDEPALMA y CENIPALMA siendo estas dos entidades las que suministraron la mayor cantidad de material bibliográfico permitiendo describir el sector de la palma aceitera en el Magdalena Medio.

Para la Obtención de la Información primaria se realizaron visitas a los diferentes actores de la agroindustria palmera.

- **Cultivo:** Se aplicó la encuesta (Véase Anexo B) a las plantaciones de cultivo que pertenecen a las plantas extractoras socias de ECODIESEL COLOMBIA S.A.
- **Plantas Extractoras:** Se aplicaron las encuestas respectivas para el eslabón de la extracción (Véase Anexo C), dichas encuestas fueron aplicadas a todas las plantas extractoras que conformaban la población estudio.

Para la obtención de la información de las siete plantas extractoras mencionadas anteriormente, se asistió a reuniones programadas por CENIPALMA a la que asisten agrónomos e Ingenieros de planta, que representan al sector y las plantas extractoras de la región central, dichas reuniones se realizaron en los meses de diciembre del 2008, Mayo y Julio de 2009 en la ciudad de Bucaramanga.

- **Refinería:** Para este eslabón se realizó una entrevista personal con el Gerente técnico de la única refinería ubicada en el Magdalena Medio C.I SACEITES S.A, experto que posee amplio conocimiento sobre el proceso y su tecnología, tema central del proyecto de investigación. Posteriormente se realizó un recorrido por cada una de las etapas del proceso de refinación de aceite de palma en donde se observó el funcionamiento y equipo utilizado. Dicha actividad

fue realizada a comienzo del año 2009. Para observar la estructura de la entrevista personalizada (Véase Anexo *D*).

- **Planta de Biodiesel:** Para el eslabón del biodiesel se realizó una entrevista personal con el Ingeniero Jaime Torres de Ecopetrol-ICP, ya que esta empresa es la accionista mayoritaria de la única planta de biodiesel en la región del Magdalena Medio ECODIESEL COLOMBIA S.A, quien suministró información sobre el proceso y la tecnología que se usará en la planta. La visita física a la planta no se pudo realizar debido a que se encuentra en etapa de montaje final. Dicha actividad fue realizada en el mes de junio del año 2009. Para observar la estructura de la entrevista personalizada (Véase Anexo *E*).

3.4 Validación de información

Para el presente proyecto de investigación se contó con la participación de expertos que poseen amplio conocimiento sobre el proceso y tecnología de la agroindustria palmera, estos expertos son el Economista Juan José Barbudo, gerente de la Cooperativa de palmicultores COPALCOL y el Ingeniero, Carlos Humberto Contreras Ferrer, director ejecutivo de la corporación ENLACE y asesor tecnológico de la cadena de la industria de la palma en la región, dichos expertos brindan capacitaciones y lideran acciones empresariales al sector palmicultor.

La participación de estos expertos consistió en una consultoría durante la ejecución de todo el proyecto y en un taller final realizado previo a la sustentación en la universidad. En dicho taller se discutieron todos los resultados del proyecto y se validaron y precisaron algunas de las conclusiones más importantes de este.

4. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE LA PALMA AFRICANA

4.1 Historia

La palma de aceite o africana es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Palmaceae; crece en climas cálidos y en tierras por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. Es originaria del golfo de Guinea en el África occidental. De ahí su nombre científico, *Elaeis guineensis* Jacq., proveniente del vocablo griego "Elaeis" cuyo significado es aceite y la palabra "guineensis" el cual es atribuido a su origen. Su denominación popular: palma africana de aceite. Este cultivo produce un rendimiento 10 veces mayor de aceite con respecto a los otros cultivos oleaginosos como la soya, la canola, etc.¹³.

El aceite de la palma es de origen vegetal, obtenido del mesocarpio del fruto de la palma *Elaeis* (*E. guineensis*); el volumen de producción a nivel mundial es el más alto, superando al de soya. El fruto de la palma es ligeramente rojo y este es el color que tiene el aceite embotellado sin refinar. El aceite crudo de palma es una rica fuente de vitamina A y posee cantidades apreciables de vitamina E¹⁴.

El uso del aceite de palma se remonta al Antiguo Egipto, en la época de los faraones, aproximadamente más de 5000 años. Pero la llegada del cultivo de la palma de aceite al continente americano, con climas aptos para su siembra, no tiene lugar hasta comienzos del siglo XX.

Su introducción a la América tropical es atribuida a los colonizadores y comerciantes de esclavos los portugueses, era usado como parte de la dieta

¹³ COMISIÓN VERACRUZANA DE COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA. Monografía De La Palma De Aceite [En línea]. <<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/MONOGRAF%CDA%20DE%20PALMA%20DE%20ACEITE.PDF>> [Citado el 20 de Agosto de 2008].

¹⁴ *Ibíd.* p. 6

alimenticia de los esclavos en Brasil. En 1932, Florentino Claes¹⁵ es quien introduce la palma africana de aceite en Colombia, quien hizo que se plantaran algunas palmeras de aceite con fines ornamentales en la Estación Agrícola de Palmira (Valle del Cauca). Pero fue hasta comienzos de 1945 cuando la United Fruit Company¹⁶ estableció una plantación en la zona bananera del departamento del Magdalena y fue así que se empezó a comercializar el cultivo. Para mediados de la década de 1960 existían 18.000 hectáreas en producción que en el 2006 habían alcanzado la cifra de 300.142 hectáreas en el territorio nacional¹⁷, distribuidos en 4 zonas productivas:

Norte - Magdalena, Norte del Cesar, Atlántico, Guajira.

Central - Santander, Norte de Santander, sur del Cesar, Bolívar.

Oriental - Meta, Cundinamarca, Casanare, Caquetá.

Occidental – Nariño

Los departamentos que poseen mayor área sembrada en palma de aceite son en su orden: Meta, Cesar, Santander, Magdalena, Nariño, Casanare, Bolívar, Cundinamarca y Norte de Santander¹⁸.

Colombia es el primer productor de palma de aceite en América Latina y el quinto en el mundo. Una de sus características es que cuenta con una sólida organización gremial de cultivadores la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite¹⁹ creada en 1962.

¹⁵ Florent Claes, Biólogo y director del Museo y el Jardín Botánico de Bruselas, Bélgica, quien a lo largo de diez años, desde 1923, visitó al país para aprender sobre el yagé, el yoco y otras plantas amazónicas.

¹⁶ Multinacional norteamericana productora y comercializadora de banano.

¹⁷ FEDERACIÓN NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE. La palma de aceite. Historia. [En línea]. <<http://www.fedepalma.org/palma.htm> > [consulta: 5 de Mayo de 2008].

¹⁸ Ibíd. p. 1

¹⁹ Ibíd.: p. 1

4.2 Planta

La palma africana es una monocotiledónea, la cual es incluida en el orden *Palmales*, familia *Palmaceae*, género *Elaeis* y especie *E. guineensis* Jac. Además de la especie *Elaeis guineensis*, debe mencionarse *oleifera* (H.B.K.) Cortez, comúnmente conocida como nolí o palma americana de aceite, nativa de Colombia, Panamá y Costa Rica. El nolí se ha cruzado con la palma de aceite para producir híbridos en los cuales se mejoran las características de ambos progenitores²⁰.

El género *Elaeis* posee una apariencia de un árbol esbelto, cuyo tallo llega a los 25 m. de altura y está coronado por hojas largas y arqueadas.

Figura No. 4 Género *Elaeis*.



Este género posee dos especies de importancia económica en la agroindustria de la palma de aceite en el mundo: la *Elaeis guineensis*, originaria del centro y occidente del continente africano, y la *E. oleifera*, originaria del norte de Suramérica y Centroamérica. Los cultivos comerciales, en su mayoría, se encuentran sembrados con materiales genéticos africanos.

²⁰ PALMA DE ACEITE. [En línea]< <http://www.angelfire.com/biz2/palmaaceitera/infotecnica.html>> [consulta: 21de Mayo de 2008].

Sin embargo, algunos cultivos comerciales de Colombia y Ecuador cuentan con híbridos interespecíficos (OxG), obtenidos del cruzamiento entre madres *E. oleifera* y padres *E. guineensis*. Dichos híbridos exhiben características intermedias entre los dos parentales y presentan vigor híbrido para algunas características²¹.

4.2.1 Variedades

Se distinguen tres variedades de palma africana, por su favorable porcentaje de extracción y su elevada productividad de fruta. Entre las variedades se encuentran:

- ◆ **Dura (DD):** Se caracteriza por que su fruto posee cáscara gruesa, superior a los 2 mm, cuesco (endocarpio) grueso que protege a una, dos o tres almendras y poco mesocarpio (20- 65%), con fibras dispersas en la pulpa. Debido al poco mesocarpio o área aceitosa muy delgada, se obtiene una extracción de aceite baja.
- ◆ **Pisífera (PP):** Se caracteriza por poseer un fruto sin cáscara y almendras pequeñas. Presentando mayor cantidad de pulpa y por consiguiente mayor extracción, debido a esto su uso no es comercial, ya que los racimos no siempre alcanzan su madurez.
- ◆ **Tenera (DP):** Híbrido intervarietal el cual se obtiene por medio del cruzamiento artificial controlado entre palmas de la variedad Dura (usadas como madres) con polen de palmas de la variedad Pisífera (usadas como padres). Esta se caracteriza por que su fruto posee una cáscara delgada y más mesocarpio que la Dura (60 -96%). Tiene un potencial de rendimiento de aceite de 4 a 6 TM por hectárea por año, debido a que el mesocarpio (pulpa)

²¹ REY, Luis., GÓMEZ, Pedro., AYALA, Luis., DELGADO, Wilson., ROCHA, Pablo. PALMAS - Vol. 25 No. Especial, Tomo II, 2004. p. 40

es muy aceitoso y su semilla está constituida de un endocarpio (cáscara) duro y negro; el endosperma (almendra) y un embrión.

Figura No. 5 Variedades De Palma Africana



4.2.2 Morfología

La Palma aceitera es un planta que posee una gran altura, llegando a medir de 20 a 30 metros (a los 12,5 metros, las palmas se eliminan), con un diámetro aproximado de 50 cm.

4.2.2.1 Sistema radicular: En el género *Elaeis*, el sistema radicular es de forma fasciculada –crece formando haces-. Y está constituido de raíces primarias las cuales se originan de un bulbo de la base del tallo en forma radial, en un ángulo de 45° respecto a la vertical, profundizando hasta unos 5 metros en el suelo, su longitud varía desde 1 metro hasta más de 15 y debido a su consistencia y disposición aseguran el anclaje de la planta. Estas raíces casi no tienen capacidad de absorción. Estas a su vez dan origen a las secundarias de menor diámetro, son algo más absorbentes en la porción próxima a su inserción en las primarias y su función principal es la de servir de base a las raíces terciarias (10 cm de longitud) y éstas a su vez, a las cuaternarias (no más de 5 mm). Siendo estas dos últimas las responsables de la absorción de agua y nutrientes. Este conocimiento es importante para la aplicación de los fertilizantes.

4.2.2.2 Tallo o estípite: El tallo o tronco de la palma de aceite se desarrolla de tres a cuatro años, una vez que ha tenido lugar la mayor parte del crecimiento horizontal del sistema radicular. Luego de sembrada la palma en campo definitivo se inicia la formación de un órgano voluminoso en la base del tallo llamado el bulbo, originando así el ensanchamiento en la base del tronco y sirviendo de asiento a la columna del tallo.

4.2.2.3 Sistema Foliar²²: En una planta adulta, el tallo está coronado por un penacho de hojas con una longitud entre 5 y 8 metros y un peso de 5 a 8 kilos cada una. Aparenta ser una hoja compuesta, pero en realidad es una hoja pinnada, (con foliolos²³ dispuestos como pluma, a cada lado del pecíolo²⁴) y consta de dos partes: el raquis²⁵ y el pecíolo. A uno y otro lado del raquis existen de 100 a 160 pares de foliolos dispuestos en diferentes planos, correspondiendo el tercio central de la hoja a los más largos (1.20 m.). Esta disposición irregular de los foliolos marca una de las características distintivas de la especie *Elaeis guineensis*.

4.2.2.4 Inflorescencias²⁶: La palma africana posee flores que se presentan en espigas aglomeradas en un gran espádice (espata que protege a una inflorescencia de flores unisexuales) que se desarrolla en la axila de la hoja. Esta inflorescencia puede ser masculina o femenina.

²² RAYGADA Zambrano, Ruperto. Manual Técnico Para El Cultivo De Palma Aceitera. Lima: Impresión: Asociación de Promoción Agraria, 2005. p.34.

²³ Folíolos: En botánica, se llama folíolo a cada una de las piezas separadas en que a veces se encuentra dividido el limbo de una hoja.

²⁴ Pecíolo: Es el rabillo que une la lámina de una hoja a su base foliar o al tallo.

²⁵ Raquis: Es el nombre para la parte axial de numerosas estructuras compuestas en animales y vegetales.

²⁶ *Ibíd.* p 21

Figura No. 6 Inflorescencia Masculina



La inflorescencia Masculina está formada por un eje central, del que salen ramillas o espigas llamadas dedos, cilíndricos y largos, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas, (con estambres, por ser masculinas), que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen con un característico olor a anís.

La inflorescencia femenina es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, sostenido por un pedúnculo fibroso y grueso, lleva al centro un raquis esférico en el que se insertan numerosas ramillas o espigas, cada una con 6 a 12 flores. La flor femenina presenta un ovario esférico que es tricarpelar (o sea con tres cavidades), conteniendo un óvulo cada una, dicho ovario esta coronado por un estigma trífido cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por papilas receptoras del polen.



Figura No. 7 Inflorescencia Femenina

En la Palma de aceite las flores masculinas y femeninas, no obstante de estar en una misma planta, van colocadas en inflorescencias diferentes. A esta diferencia en espacio, se suma una diferencia en tiempo, ya que el polen está formado y dispuesto en tanto que el estigma no está apto para recibirlo porque no ha llegado a su perfección. Por esta característica la Palma Aceitera es una planta

proterandra²⁷. No son raras las normalidades florales que producen casos de hermafroditismo.

4.2.2.5 Fruto: El fruto está constituido de afuera hacia adentro por:

- (1) Estigma
- (2) Exocarpo (epidermis)
- (3) Mesocarpo o pulpa (muy aceitosa)
- (4) Endocarpo o cuesco (duro y negro)
- (5) Endospermo o almendra
- (6) Embrión

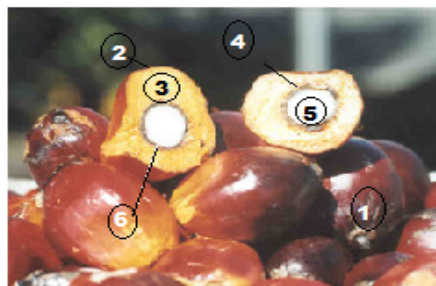


Figura No. 8. Fruto de palma de aceite

El fruto ya desarrollado adopta varias formas según su posición en el racimo y su coloración exterior varía de negro a rojo. Un racimo bien constituido sobrepasa los 25 kilos y contiene gran cantidad de frutos de buena conformación.

Figura No. 9 Racimo de Palma Aceitera bien conformado



4.2.2.6 Reproducción: La reproducción de la palma es por medio de semillas. Se obtienen las semillas para las siembras comerciales a través de un extenso programa basado en polinización artificial, libre de contaminación, de palmas estrictamente seleccionadas por su rendimiento de aceite.

²⁷ PROTERANDRA O PROTERANDRÍA: Fenómeno mediante el cual los organismos hermafroditas producen primero las células espermáticas y después las células ováricas

4.3 Cultivo

4.3.1 *Semilla*²⁸

Para la germinación, las semillas de palma africana necesitan pasar por un período de sesenta a ochenta días, a una temperatura entre 38° C y 40° C y a una humedad de 22%. Por esta razón, las semillas de esta especie son sometidas a un proceso denominado calentamiento, el cual consiste en calentar las semillas, que anticipadamente se colocaron en agua hasta el punto de ambición en que alcanzan 22% de humedad, en un cuarto con condiciones controladas a temperaturas de 40°C durante un mes, en bolsas plásticas selladas con quinientas unidades, para mantener la humedad en 22%.

En general, la germinación de un lote de semilla se completa después de un mes a partir de la finalización del período de calentamiento y están listas para ser sembradas en los viveros entre los quince a veintiún días después de que el embrión ha sido emitido.

Bajo condiciones normales, se estiman necesarias doscientas semillas pregerminadas por hectárea, considerando las pérdidas del vivero y la selección de las mejores plántulas. En la práctica, del total de semillas germinadas, se obtiene un 80% de plantas aptas para el trasplante.

La selección del material a sembrarse es importante para asegurar altos rendimientos y calidad en el aceite de modo que haga rentable el cultivo de la palma.

Debe evitarse la obtención de semilla proveniente de semilleros informales, o de semilla procedente de plantaciones comerciales, porque constituye una mala

²⁸ QUESADA. H, Germán. Tecnología de palma aceitera. [en línea]. <http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_palma.pdf> [consultado el 10 de septiembre de 2008]

inversión por la baja producción en racimos y en aceite y por la vulnerabilidad a plagas y a enfermedades.

4.3.2 Vivero

Los viveros de palma aceitera buscan producir la cantidad necesaria y suficiente de plántulas, de alta calidad y al menor costo, con fines de propagación de la especie.

Las técnicas y procedimientos en el manejo de viveros permanente están en evolución y mejoramiento; hoy los viveros se conducen en una sola etapa y sin sombra, con el resultado de tener mejores plántulas, en menor tiempo y consecuentemente a menor costo.

Los aspectos a tener en cuenta para el funcionamiento y mantenimiento del vivero son los siguientes:

- Ubicación del vivero
- Dimensiones del vivero
- Diseño del vivero
- Llenado de bolsas
- Riego en viveros
- Siembra de la semilla germinada
- Mantenimiento
- Plántulas dobles
- Preparación de plantas para siembra en plantación

4.3.3 Diseño de plantación²⁹

Para el diseño de la plantación lo primero que debe hacerse es delimitar el área del predio donde se va a sembrar palma aceitera; verificando los límites del mismo, luego se debe marcar la posición del camino principal; así como los sistemas naturales (caños) de drenaje existentes en el predio, por último identificar las principales depresiones u otras características particulares de importancia.

La densidad de siembra se establece antes de empezar el diseño y es determinada por el distanciamiento entre plantas y por el sistema de siembra que se utilice; para palma aceitera, el más recomendable es denominado al tresbolillo.

Los distanciamientos de siembra mas usados son de 9 x 9 m. entre plantas, al tresbolillo, dando una densidad de 143 plantas por Ha, y con distanciamientos de 8.5 x 8.5 m. en el mismo sistema se tienen 160 plantas/Ha (Véase Anexo F y G).

Normalmente el tamaño de las parcelas puede variar de 300 a 400 m. de ancho y 1000 m. de largo; el ancho está determinado por la distancia máxima que se espera que el personal de cosecha tenga que recorrer para transportar los racimos a los puestos de cosecha (máximo 200 m.). La distancia de transporte se mide desde el centro de la parcela.

Otro aspecto importante a tener en consideración para el diseño es la orientación de las hileras de palmeras las que deben ser de Norte a Sur (N-S).

4.3.4 Preparación del Terreno

4.3.4.1 Desbosque: En áreas con vegetación donde se van a iniciar nuevas plantaciones se debe proceder primero a la limpieza de las mismas mediante el desbosque; esta actividad en el campo tiene dos fases bien

²⁹ RAYGADA, Op. cit., p. 54

marcadas: el rozo y la tumba. El rozo consiste en cortar toda la vegetación arbustiva. La tumba se refiere a la tala de árboles grandes.

4.3.4.2 Apile: Terminando el desbosque, los árboles derribados están en el suelo en diferentes direcciones entrelazándose entre ellos, siendo necesario iniciar la labor de “*apiles*” que consiste en juntar los troncos alineándolos.

4.3.4.3 Habilitación de caminos: Se debe establecer un sistema de caminos que permitan una buena siembra con mantenimiento adecuado y cosecha eficiente, siempre hay que tener presente que se siembra palma aceitera con la finalidad de obtener racimos los que deben ser transportados de una manera rápida y económica a la planta extractora.

4.3.4.4 Drenaje: Diseñar un sistema de drenaje es indispensable para obtener buenos rendimientos en una plantación; la evacuación de los excesos de agua de una precipitación debe tener lugar en menos de 48 horas; evitando así acumulaciones de agua que producen amarillamiento en las plantas afectadas. Si los suelos son arcillosos el requerimiento de drenaje es mayor que en los suelos francos.

4.3.4.5 Cultivo de cobertura: En toda plantación debe sembrarse un cultivo de cobertura, que ofrece las siguientes ventajas:

1. Controla la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes por lixiviación.
2. Mejora el nivel nutricional del suelo por la incorporación de nitrógeno.
3. Estabiliza el contenido de la humedad del suelo
4. Mejora la estructura y la aeración del suelo.
5. Previene el crecimiento de malezas
6. Incorpora materia orgánica al suelo.

4.3.5 Manejo de Plantación

Culminados los procedimientos del manejo de las semillas y de viveros; y establecida la siembra en campo definitivo, se inicia la etapa de manejo de plantación que es la más prolongada ya que durará todo el tiempo que dure la plantación. El objetivo en adelante es producir altos rendimientos de racimos, optimizando los costos y manejando el conjunto de la plantación con base en una tecnología ambiental y socialmente responsable.

4.3.5.1 Mantenimiento de círculos: Esta labor es muy importante para el crecimiento vegetativo de las palmeras jóvenes, que tiene lugar del primero al cuarto año en campo definitivo. Las palmas jóvenes tienen el sistema radicular en desarrollo y sufrirán mucho si tienen que competir con las malezas de su entorno. El mantenimiento se ejecuta de forma manual en sus primeros años y es muy susceptible a los daños por herbicidas.

Figura No. 10 Círculos limpios en plantas jóvenes.



4.3.5.2 Mantenimiento de interlíneas: Las interlíneas en una plantación están sembradas con un cultivo de cobertura, por lo general una leguminosa, a la que se le quiere procurar un rápido y vigoroso establecimiento. En una segunda etapa, esta labor se vuelve más selectiva en cuanto a la eliminación de malezas

con machete pues se trata de propiciar un medio ambiente adecuado para la proliferación de insectos benéficos, auxiliares en el control de plagas.

4.3.5.3 Fertilización: Los objetivos de la fertilización se resumen:

— Suministrar nutrientes para promover el crecimiento vegetativo, resistencia a plagas y enfermedades, y — Reemplazar los nutrientes exportados por los racimos en la cosecha.

- **Análisis foliares:** Constituyen una de las bases fundamentales en el conocimiento del estado nutricional de la palma.
- **Análisis de suelo:** El objetivo es analizar las propiedades físicas y químicas del suelo y luego, con esta información determinar los procedimientos de manejo y los requerimientos nutricionales para el cultivo.

4.3.5.4 Sanidad vegetal: El objetivo principal de la sanidad vegetal es, la detección temprana de ataques de insectos y presencia de enfermedades que estén causando daños al cultivo, y la formulación de medidas de manejo de plagas y enfermedades en armonía con la preservación del medio ambiente.

- **Monitoreos fitosanitarios:** A partir de un sistema de censos de campo se trata de detectar los focos iniciales de la presencia de insectos plagas y enfermedades que afectan al cultivo.
- **Manejo integrado de plagas (MIP):** Promueve la adopción de estrategias que contribuyen al fortalecimiento de factores de mortalidad natural de los insectos plagas.

4.3.5.5 Polinización: La polinización se debe iniciar entre los 26 – 28 meses de sembrada la palma. Existen dos clases de polinización: la asistida y la sanitaria.

4.3.5.6 Cosecha y transporte de racimos: La cosecha y el transporte de los racimos es la culminación de todos los esfuerzos y el resultado de la aplicación de un conjunto de técnicas de manejo del cultivo.

4.4 Extracción

El fruto de la palma de aceite o palma africana es el único de las oleaginosas que produce dos tipos de aceites que son químicamente diferentes: el aceite de palma que viene del mesocarpio (pulpa de fruta) y el aceite de la almendra de la palma o palmiste en el corazón del fruto. Estos aceites están separados por la cascara o cuesco de las almendras.

Estos aceites o grasas, semisólidos a temperatura ambiente, pueden ser separados en sus fracciones sólidas y líquida conocidas como estearina y oleína respectivamente. También pueden ser procesados por refinación física o química para obtener tanto aceite de palma como aceite de palmiste refinado, blanqueado y deodorizado (RBD) o neutralizado, blanqueado y deodorizado (NBD). Combinaciones de estos procesos llevan a varios tipos de productos de los aceites de palma y de palmiste³⁰.

Los pasos principales requeridos para el proceso de extracción de aceite de palma son los siguientes:

- ❁ Cosecha en la madurez óptima
- ❁ Transporte del RFF³¹ a una planta de aceite con el mínimo daño
- ❁ Transferencia del RFF a las canastas de esterilización
- ❁ Esterilización del RFF con vapor de agua bajo presión
- ❁ Transferencia del RFF cocinado a un desfrutador

³⁰ CALA, Germán y BERNAL, Guillermo. Libro Procesos Modernos de extracción de aceite de palma. Bogotá: Fedepalma. 2008. p. 30.

³¹ RFF: Racimo de fruto fresco

- ✿ Transferencia de la fruta a un digestor
- ✿ Prensado en una prensa monotornillo o doble tornillo
- ✿ La descarga aceitosa de la prensa, conteniendo agua y residuos de fruta, se pasa a través de tamices y de tanques clarificadores
- ✿ La fase del aceite de los tanques clarificadores se pasa a una centrifuga clarificadora. El lodo, o la fase pesada, de los tanques clarificadores se centrifuga y el aceite recuperado se retorna a los tanques clarificadores.

4.5 Procesos industriales

El aceite de palma extraído puede seguir varias rutas, el aceite crudo puede exportarse directamente, o se somete a procesos de refinación y/o producción de oleoquímicos, para así generar subproductos de uso comestible y no comestible derivados del aceite de palma. Para el estudio del presente proyecto se estudiará la refinación del aceite crudo así como producción de biodiesel, primer eslabón en la cadena de producción de oleoquímicos, siendo estas las de mayor importancia en la región del Magdalena Medio.

4.5.1 Refinación

El aceite crudo de palma extraído de los racimos de frutos frescos contiene una cantidad reducida pero variable de componentes indeseables e impurezas. Dentro de los mismos, se incluyen las fibras de mesocarpio, la humedad e insolubles, los ácidos grasos libres, los fosfolípidos, las trazas metálicas, los productos de oxidación y las sustancias odoríferas. Por esta razón el aceite de palma generalmente se refina obteniéndose un producto suave y estable antes de ser utilizado para consumo directo o para la formulación de un producto comestible. Los dos principales métodos de refinado son el refinado alcalino y el refinado físico (arrastre de vapor, neutralización destilativa), que se emplean para extraer los ácidos grasos libres.

4.5.2 Biodiesel

Se trata de un combustible líquido que se obtiene por la transesterificación de los triglicéridos (aceite). El producto obtenido es muy similar al gasóleo obtenido del petróleo (también llamado petrodiesel) que en Colombia se denomina ACPM y puede usarse en motores de ciclo diesel, aunque algunos motores requieren modificaciones³².

4.5.2.1 Proceso industrial para la producción del biodiesel³³: El biodiesel se obtiene por transesterificación (ver figura No. 11), proceso que consiste en la reacción de los aceites vegetales y/o grasas animales con alcohol (metanol o etanol) en presencia de un catalizador para formar ésteres grasos. Del producto recuperado se separa la glicerina como un subproducto valioso para la industria. La mezcla de alcohol / éster restante se separa y el exceso de alcohol se recicla. Posteriormente los ésteres son sometidos a un proceso de purificación que consiste en el lavado con agua, secado al vacío y posterior filtrado. Para observar el proceso de producción de biodiesel (Véase Anexo H).

La tecnología actual de transesterificación establece unos requerimientos mínimos en el aceite como un contenido máximo de 0.5% de ácidos grasos libres y no más de 0.1 % de H₂O. El aceite se hace reaccionar con un exceso 6-10 molar de metanol o de etanol y con 1 - 3 % de catalizador (KOH). El metanol o el etanol y el catalizador deben estar libres de agua.

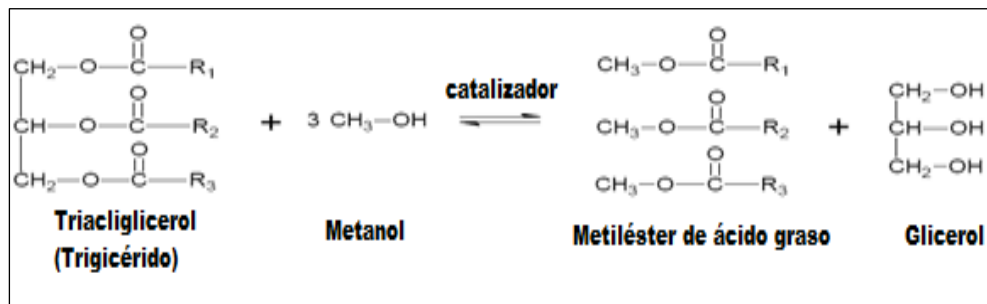
Después de agitar esta mezcla durante 40 - 60 minutos a una temperatura entre 30°C – 35°C, se separa de la fase glicerol que se forma. La fase glicerólica se forma a partir de la glicerina, de los jabones, del catalizador y del metanol

³² BODIESELSpain. Que es el biodiesel. [en línea]. <<http://www.bodieselspain.com/que-es-el-biodiesel/>> [citado el 14 de Noviembre de 2008].

³³ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. Estado del arte de las tecnologías de producción de Biodiesel. [en línea]. <<http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/Biodiesel/Capitulo%207.pdf>> [citado el 14 de Noviembre de 2008].

sobrante. El éster formado se lava con agua para eliminar remanentes del catalizador y de glicerina. El éster se somete a secado y el producto obtenido – biodiesel – se envía a tanques de almacenamiento como producto terminado.

Figura No. 11 Reacción de transesterificación de un triglicérido para producir Biodiesel.



FUENTE: DYNA. Producción De Biodiesel a partir de aceite crudo de palma: 1. Diseño y simulación de dos procesos continuos. [En línea] <<http://dyna.unalmed.edu.co/ediciones/151/articulos/EA032106I/EA032106I.pdf>> [citado el 14 de julio de 2009].

4.5.2.2 Propiedades del biodiesel³⁴: Los motores diesel requieren un combustible que sea limpio al quemarlo, además de permanecer estable bajo las distintas condiciones en las que opera, características que se logran con especificaciones técnicas de viscosidad y número de cetano, entre otras. El biodiesel es un combustible alternativo que puede usarse directamente en cualquier motor diesel, sin modificaciones en proporciones hasta un 20% de la mezcla con ACPM. Una proporción mayor requiere de modificaciones en los motores.

El biodiésel tiene un desempeño en el motor comparable con el combustible diésel tradicional. Si bien es cierto que el biodiésel tiene un menor contenido calórico que el diésel, su estructura química le imprime algunas características particulares que lo posicionan como un combustible de alto desempeño. Estas son:

- Ausencia de azufre
- Presencia de oxígeno en la molécula

³⁴ Ibid. p 329

- Alta capacidad lubricante
- Libre de compuestos aromáticos
- Alto número de cetano

El biodiesel tiene varias ventajas como combustible alternativo, por ejemplo, puede obtenerse a partir de cultivos abundantes en nuestro país, como la palma u otros, generando un valor agregado para el sector agrícola y empleos en el campo. En la tabla No.3 se resumen las características típicas del biodiesel y del diesel del petróleo.

Tabla 3 Propiedades típicas de los combustibles diesel y biodiesel

Propiedad	Biodiesel	Diesel
Metil éster	>96,5%	0
Densidad a 15° C	Mín 0.86 – máx. 0.90 g/cc	Mín. 0.82 – máx. 0.845 g/cc
Viscosidad a 40° C	Mín. 3.5 – máx. 5.0 mm ² /s	Mín. 2 – máx 4.5 mm ² /s
Flash point	>110° C	>55° C
Número de cetano	>51	46 - 51
Carbono residual	<0.3%	>0.15%
Glicerol libre	< 0.02%	
Contenido de monoglicérido	< 0.8%	
Contenido de diglicérido	< 0.2%	
Contenido de triglicérido	< 0.2%	
Número ácido (mg KOH/g)	< 0.5	< 0.3
Poder calorífico	33,175 Mj/l	35,700 Mj/l

FUENTE: CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. Estado del arte de las tecnologías de producción de Biodiesel. [en línea]. <<http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/Biodiesel/Capitulo%207.pdf>> [citado el 14 de Noviembre de 2008].

Existen dos normas internacionales que establecen los requisitos de calidad para el biodiesel: la EN-14214 y la ASTM 6751-02 (Véase Anexo I), en Europa y en Estados Unidos, respectivamente. En el último año se estructuró la Norma Técnica Colombiana para este tipo de biocombustible³⁵.

³⁵ FEDEPALMA y GENIPALMA. Biodiesel una energía limpia del campo para Colombia. [En línea]. <www.fedepalma.org/documen/2006/Cartilla_Biodiesel.pdf> [citada el 12 de febrero del 2009]

5. TECNOLOGIAS EXISTENTES PARA LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE

5.1 Procesos cultivo de palma

5.1.1 Vivero

El proceso de cultivo de palma comprende desde la selección de la tierra y de las semillas hasta la entrega final de plántulas aptas para la siembra en el cultivo, a su vez abarca actividades propias de los viveros como fertilización, riego y selección de plántulas, entre otras, garantizando la producción de plántulas sanas y vigorosas que una vez sembradas en campo sean excelentes productoras de RFF. Las tecnologías existentes en el vivero se enfocan más hacia el producto, con el fin de obtener altos rendimientos de aceite de palma crudo, es por esto que el factor más importante, es la selección de materiales de siembra. (Véase anexo J) donde se observan las principales variedades que se están usando en Colombia, sus características y su lugar de origen

5.1.2 Establecimiento y Desarrollo

Este proceso, como su nombre lo indica es el que se encarga de la adecuación del terreno y siembra de las plántulas entregadas en el vivero, y tiene como objetivo sembrar y desarrollar palmas a través de un manejo agronómico adecuado con el fin de asegurar un cultivo productivo.

Las tecnologías existentes en el establecimiento y desarrollo de las plantaciones se enfocan más al uso de maquinaria y equipos, en actividades como limpieza del terreno, establecimiento de drenajes, adecuación de vías principales y secundarias, así como el diseño de sistemas de riego, este último de gran importancia si se miran los beneficios que trae un óptimo sistema, como son: disminución en los efectos por falta de agua en verano; disminución de los

problemas de tipo fitosanitario y optimización de los procesos de fertilización por fertirriego. Las características de las plantaciones se pueden ver en la figura No. 12

Figura No. 12 Construcción de carreteras y construcción de drenajes



5.1.3 Cosecha

En este proceso se lleva a cabo el corte del fruto e influye directamente en la calidad del producto, entregando racimos en óptimas condiciones (maduro, pedúnculo a ras y sin impurezas), su objetivo es cortar y recolectar la totalidad de los RFF que cumplan con los parámetros de calidad requeridos.

Las tecnologías existentes en la cosecha consisten en las maquinarias y equipos para el proceso de corte del fruto y el método para identificar las palmas con racimos a cosechar.

5.1.3.1 Identificación de palmas con racimos maduros: La madurez de los racimos, así como el tiempo que se dedica para su búsqueda y localización durante el proceso de corte son factores que afectan la productividad de la Agroindustria de la Palma de Aceite; la madurez es un factor de calidad que interviene en la tasa de extracción (TEA). Por esta razón se ha promovido la práctica de identificación de palmas con racimos maduros antes de la cosecha,





esto permite mejorar la productividad, disminuir las pérdidas en campo y cosechar racimos más completos³⁶.

5.1.3.2 *Proceso de Corte:* El método más utilizado es el manual con un cuchillo especial o cuchillo malayo, por las dificultades que el diseño y desarrollo de una cosechadora mecánica implican, ya que se deben tener en cuenta los siguientes factores: la presión de tierra, distancia árbol a árbol y maniobrabilidad en general, la capacidad de descarga del sistema, el alcance horizontal y vertical, los dispositivos de corte de hoja y racimo, los dispositivos de recolección de racimos sueltos y frutos, el sistema de manejo control y seguridad industrial.

El PORIM desde 1982 ha promovido el desarrollo de cosechadoras mecánicas, en colaboración con fabricantes extranjeros y locales, pero hasta ahora la forma más eficiente y económica es la manual.





Algunos de los desarrollos probados por el PORIM³⁷ pero que no han sido implementados a gran escala, son:

Figura No. 13 Cosechadoras

Escalera mecánica	grúa telescópica	Recolector de fruta	Montacarga hidrostático
			

³⁶ León Q, Armando Granados, José f. Identificación de palmas con racimos a cosechar. p. 476-481, tpls,graf. 3 ref. Tomo II. Contiene resumen en español e inglés Palmas (Colombia) v.25, n.Especial,2004.

³⁷ PORIM: siglas en ingles de Palm Oil Research Institute Of Malaysia

Mini rastreador recolector	Rastreador recolector	Omarav	Ardilla
			

5.1.4 Alce y Transporte

En este proceso se recolecta el fruto en el cultivo (plataformas) y se despacha para entrega en las plantas extractoras para su beneficio.

Las tecnologías existentes en el alce y transporte van encaminadas a preservar el RFF y disminuir el tiempo de inicio de procesamiento del fruto, el cual debe ser inferior a 24 horas después de haber sido cortado.

La mecanización en este proceso puede variar desde carretillas haladas manualmente hasta sistemas de transporte como canastas colgantes o los cables vías.

Para tener éxito, cualquier sistema mecanizado de recolección tiene que cumplir requisitos tales como:

- Aumentar la productividad de los trabajadores (lo que resulta en una menor exigencia de mano de obra).
- Mejora de los ingresos y condiciones de trabajo para los trabajadores.
- Reducción de los tiempos de las diferentes etapas de alce y transporte.









Con la introducción de las máquinas, el aumento de la productividad de los trabajadores se ha observado que varía entre 25% a 40%, dependiendo del tipo

de máquina utilizada. Su producción también es influenciada por el rendimiento, los niveles de cultivo, las edades de la palma, las condiciones del terreno y la duración del turno de funcionamiento de la maquinaria³⁸.


El transporte del fruto se hace en 2 etapas, la primera se da desde el lugar donde se realiza el corte hasta un centro de acopio, donde se recolectan todos los RFF de la plantación, y una segunda etapa de traslado del centro de acopio hasta las plantas de beneficio.

A continuación se presentan las alternativas de mecanización, que se utilizan para trasladar los RFF desde el punto de corte:

Figura No. 14. Transportadoras de RFF



Wakfoot	Supercrawler	Mini Tractor and Trailer	Mini Tractor Trailer with Grabber
			
Rambo	Carretilla motirizada	Motorcycle Trailer	Animales de carga*
			
Sistema de cable vía		*Para el transporte de RFF se emplean animales como	

³⁸ MPOB. In Field Technology. [En línea]. <<http://palmoilis.mpob.gov.my/Vtour/Galeri/mw2/ew220.html>> [citado el 4 de mayo de 2009]

	<p>mulas, bueyes, búfalos y caballos, a estos animales se les adhiere desde canastas hasta carretas para ser haladas por los mismos.</p>
---	--

Aunque la recolección de frutas sueltas no hace parte de la actividad de alce y carga, se presentan en esta sección dos de los desarrollos que ha hecho el PORIM en cuanto a mecanismos para recuperar dicha fruta.

Figura No. 15 Maquinas de recolección de fruta suelta.

<p>Push cart</p>		<p>Este modelo está destinado a operar en zonas en las que el uso de la máquina no es adecuada. Resultados de las pruebas de campo llevadas a cabo demostraron que este equipo fue capaz de reunir un promedio de 300 a 400 kg de fruta limpia por día.</p>
<p>Self-Propelled</p>		<p>En las zonas donde la pequeña máquina es accesible, el tipo de propulsión es una mejor elección. La aplicación de la recogida de fruta a granel está montada sobre un búfalo mecánico. Así, el trabajador no necesita trasladarse de palma a palma. Pruebas de campo revelaron que esta máquina era capaz de recoger de 600 a 800 kg de fruta a granel (90% limpia) por día.</p>

Fuente: MPOB.[en línea]. <<http://palmoilis.mpob.gov.my/Vtour/Galeri/mw2/ew231.html>> [citado el 1 de abril de 2009]

5.1.5 Mantenimiento

Los procesos de vivero, establecimiento y desarrollo, cosecha y alce y transporte, tienen como subproceso el mantenimiento siendo este un apoyo en la ejecución de sus actividades y logro de sus objetivos. Es el encargado de mantener el cultivo en óptimas condiciones, tanto para la palma como para la ejecución de las demás




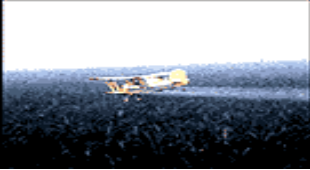

labores. Tiene como objetivo el mantener la palma libre de maleza que le compitan en el desarrollo, adecuándola para ejecutar posteriores labores.

Dentro de sus principales actividades se encuentra la poda, el charapeo, el plateo, limpieza y rocería de drenajes y fertilización.

En la mayoría de estas actividades el trabajo es manual, predomina el uso de herramientas como azadones, picas, cuchillo malayo entre otros. El uso de maquinaria se da para las siguientes actividades:







5.1.5.1 Fertilización: La fertilización en plantaciones pequeñas se hace de forma manual. Pero en plantaciones más grandes, el uso de maquinaria es más frecuente, algunos tipos de maquinarias son:

Figura No. 16 Maquinarias para realizar la fertilización

Auger	Spreader	Bedder	Twin Disc
			
			
<p align="center">Aplicación Aérea</p>		<p align="center">Aplicación Manual</p>	

5.1.5.2 Control de Malezas: Los actuales métodos de control de malezas en plantaciones de palma aceite son manuales, mecánicos y químicos. Sin embargo, el deshierbe manual todavía se practica en plantaciones pequeñas. Dentro de los métodos mecánicos y químicos se encuentran:

Figura No. 17 Maquinas para el control de maleza

Sprayer	Knapsack type	Rotary Slasher Mechanical	Mini with Unit Tractor Speed
			
<p>Controlled Droplet Applicator</p> 		<p>Mist Blower</p> 	

5.1.6 Sanidad

Este último proceso también presta apoyo a los tres primeros procesos (vivero, establecimiento y desarrollo - cosecha), se encarga de controlar las plagas y enfermedades que atacan el cultivo, y tiene como objetivo controlar de manera oportuna las plagas y enfermedades reduciéndolas a niveles mínimos de daño económico con el fin de garantizar la sanidad del cultivo.

En las plantaciones de palma de aceite, un riguroso control de enfermedades y plagas es fundamental en la reducción de pérdidas de cosechas y como la mayor parte de la palma puede ser fácilmente afectado; los racimos, las hojas, las flores masculinas, las lanzas o el tronco, los palmicultores acuden a diversas alternativas, como los químicos (plaguicidas) y los biológicos entre los que se

encuentran: el uso de hongos, bacterias, virus entomopatógenos³⁹, trampeo y captura con sustancias atrayentes de un insecto específico.

A continuación se presentan las tecnologías en maquinaria que se están implementando en el uso de químicos, estos son los mismos que se utilizan para el control de malezas, como lo son: Sprayer, Mist Blower, Controlled Droplet Applicator, Knapsack type y Mini Tractor with Speed Unit

La otra alternativa es el uso de agentes de control biológico, en esta alternativa se puede encontrar: Trampas de feromonas para insectos como los escarabajos, uso de lechuzas para controlar las ratas son algunos ejemplos de agentes de control.

5.2 Extracción

El procesamiento de los frutos de la palma de aceite se lleva a cabo en la planta de beneficio o planta extractora. En ella se desarrolla el proceso de extracción del aceite de palma crudo y de las almendras o el palmiste.

A continuación se presentarán las etapas para la extracción de aceite de palma.

5.2.1 Extracción del Aceite de Palma

El Aceite de palma como su nombre lo indica es un aceite de origen vegetal, obtenido del mesocarpio del fruto de la palma *Elaeis guineensis*, el fruto de la palma es ligeramente rojo, color que tiene el aceite embotellado sin refinar. A continuación se describirán las etapas para la extracción de aceite de Palma.

5.2.1.1 Recepción de racimos de frutos frescos (RFF): Los RFF que llegan a las instalaciones de la planta de beneficio, son pesados en básculas

³⁹ VIRUS ENTOMOPATÓGENOS: son organismos que generalmente se han utilizado para el control de plagas muy dañinas, sobretodo orugas

camioneras y luego los vehículos suben a la plataforma donde son descargados en unas tolvas de almacenamiento. En la plataforma se suele llevar a cabo el control de calidad.

Luego que los RFF se depositan en las tolvas se procede a traspasarlos a las góndolas que son vagones individuales con una capacidad aproximada de 1.25 a 5 Ton⁴⁰. Una vez cargadas las góndolas con los RFF se trasladan sobre rieles a la zona de esterilización.

5.2.1.2 Esterilización: La esterilización o cocinado presupone el tratamiento del fruto con vapor húmedo a altas temperaturas. La esterilización es la primera etapa y posiblemente la más importante del proceso de extracción del aceite de palma, debido a su influencia inicial sobre los frutos de los racimos de palma. Además determina la eficiencia del proceso en las actividades posteriores de la planta y también en el proceso de refinación para producir un aceite de palma de alto grado. Los objetivos primordiales de la esterilización son los siguientes:

- ◆ Inactivar las enzimas que causan el desdoblamiento del aceite y en consecuencia el incremento del porcentaje de ácidos grasos libres.
- ◆ Acelerar el proceso de ablandamiento de la unión de los frutos con su soporte natural (raquis o tuza).
- ◆ Disminuir la resistencia de los tejidos de la pulpa para lograr el fácil rompimiento de las celdas de aceite durante los procesos de digestión y prensado.
- ◆ Deshidratar parcialmente las almendras contenida en la nuez, para facilitar su recuperación posterior.

El proceso de esterilización se puede llevar a cabo por varios métodos siendo estos: i) La esterilización convencional, ii) Esterilización continua, iii) Esterilización vertical y iv) Esterilización en recipientes esféricos. (Véase Anexo K) donde se

⁴⁰ CALA, Germán y BERNAL, Guillermo, Op. cit., p.41

muestran las características de cada uno de estos métodos mencionados anteriormente.

5.2.1.3 Desfrutación: Después de la esterilización, se procede a desfrutar los racimos para desprender los frutos de las tusas o raquis. Esto se consigue en un tambor rotativo, girando a una velocidad tal que los racimos sean levantados y dejados caer de cierta altura, de esta forma los golpes continuos, producen el desgranado y separación, a través de los barrotos del tambor, de los frutos del raquis. Es importante, tener en cuenta que la velocidad de giro no produzca centrifugación de los racimos, porque el desfrutado, en esa situación, es bastante deficiente.

Un punto importante en la operación del desfrutador, además de la velocidad de giro, que está dada por el diseño del equipo mismo, es la homogeneidad en la alimentación de los racimos y para ello el alimentador debe tener la posibilidad de variar la rata de alimentación (Variador de velocidad electrónico en el motor del alimentador), de acuerdo con los requerimientos del proceso, pero sin incurrir en sobrecargas. Si el desfrutador se alimenta en forma discontinua, con sobrecarga temporal, este operará por momentos con una capacidad excesiva, para el cual no ha sido calculado, con la consiguiente ineficiencia en su funcionamiento y altos riesgos de fallas del equipo.

5.2.1.4 Extracción⁴¹: los frutos separados se descargan en unos recipientes verticales con chaqueta de vapor (digestores). Aquí los frutos son tratados mecánicamente para convertirlos en una masa aceitosa homogénea. Esta pasta es subsecuentemente alimentada a la prensa de extracción de aceite. La extracción de aceite de palma se realiza por medio de una prensa continua con sistemas de tornillos. La fase aceitosa extraída se recoge y se descarga en la

⁴¹ *Ibíd.* p 52

sección de purificación. La torta remanente de la prensa es transportada a un sistema de separación consistente en clasificación por aire y ciclones (depericarpado o separador de fibras) para recuperar las nueces y las fibras. Estas son secadas durante este proceso de separación por medio de aire caliente.

5.2.1.5 Clarificación⁴²: La clarificación es el proceso mediante el cual se separa y purifica el aceite de la mezcla líquida extraída en las prensas, la cual contiene aceite, agua, lodos livianos (compuestos por pectinas y gomas) y lodos pesados (compuestos por tierra, arena y otras impurezas). Para lograr dicha separación, se aprovecha la característica de inmiscibilidad⁴³ entre el agua y el aceite.

La clarificación puede hacerse mediante una separación estática en tanques circulares verticales con o sin agitación, en tanques cuadrangulares horizontales o también pueden hacerse por una separación dinámica de fases por diferencias de densidades, tales como centrifugas o decanters. Otras alternativas estudiadas han sido la separación por medio de campos magnéticos. El aceite clarificado pasa a los tanques sedimentadores donde las partículas pesadas se van decantando por la gravedad, así se separa la mezcla lodosa restante que pasa a las centrifugas deslodadoras. (Véase Anexo L) donde se muestran los diferentes métodos de clarificación.

5.2.1.6 Desfibración y Palmisteria: La torta descargada por las prensas, después del proceso de prensado es transportada hacia la columna de desfibración y a la vez desmenuzada en un transportador sinfín del tipo de paletas, el cual cumple tres funciones principales: - permitir el secado de la torta proveniente de las prensas, - desmenuzar la torta teniendo en cuenta que ella sale de las prensas como una masa densa muy compacta. y - transportar la torta

⁴² *Ibíd.* p. 53

⁴³ Inmiscibilidad: Dos líquidos que no se pueden separar.

hacia el sistema de desfibración neumática, en el cual serán separadas las nueces de las fibras. La separación final se realiza por medio de un proceso neumático, en el desfibrador, donde se usa una columna vertical hueca, por donde circula un flujo de aire ascendente, al cual se le puede ajustar la velocidad y hace que toda la fibra, por ser más liviana, suba y las nueces caigan al fondo de la columna de separación.

Las nueces separadas en dicha columna pasan al tambor pulidor para separarlas de fibras aun adherida, por medio de fricción. De este pulidor las nueces van al silo de almacenamiento, donde se secan y reducen su humedad de un 25% a 8-10%, para facilitar el rompimiento de la cáscara y poder recuperar la almendra contenida en ellas. Las nueces ya secas salen del silo de almacenamiento y se alimentan a un tambor clasificador provisto de láminas perforadas en donde se realiza su clasificación por tamaños. Cada lote, según su tamaño, es enviado a los rompedores de nueces, de tipo de mordazas (ripple mill), donde se rompen las nueces y se forma una mezcla de almendras, cáscara y finos.

Mediante un proceso de separación neumática en una columna doble se separan las almendras de las cáscaras y los finos y de la interfase, constituida por almendras pequeñas, nueces pequeñas no rotas y pedazos de cáscaras de mayor tamaño. Esta última, que es una descarga intermedia, se envía a los hidrociclones y/o baños de arcilla donde se separan las almendras de las cáscaras por diferencia de gravedad específica. Las almendras que salieron por el fondo de la columna, sumadas a las que vienen del hidrociclón, están húmedas, por lo que son más susceptibles de volverse mohosas y de aumentar rápidamente los ácidos grasos libres, por esta razón deben secarse antes de su almacenamiento. Las almendras pasan entonces a los silos de secado y de allí al empaque o transporte a granel, para ser enviada a una planta de extracción de aceite de palmiste.

5.2.2 Extracción de Aceite de Palmiste

El palmiste o almendra de palma es un subproducto de la planta de extracción de aceite de palma. La almendra de palma constituye cerca de 45-48% del peso de la nuez del fruto de palma.

Existen dos métodos principales para extracción del aceite de palmiste: i) Mecánico, usando una prensa de tornillos o expeller y ii) Extracción por solventes. Cabe mencionar que también se utiliza un tercer método que combina el pre-prensado, utilizado en algunas plantas de extracción mecánica, seguido de una extracción por solventes.

De lo anteriormente mencionado se puede observar un diagrama del proceso de extracción de aceites vegetales (Véase Anexo M) y la maquinaria empleada para la extracción de aceite (Véase Anexo N)

5.3 Procesos industriales

5.3.1 Refinación

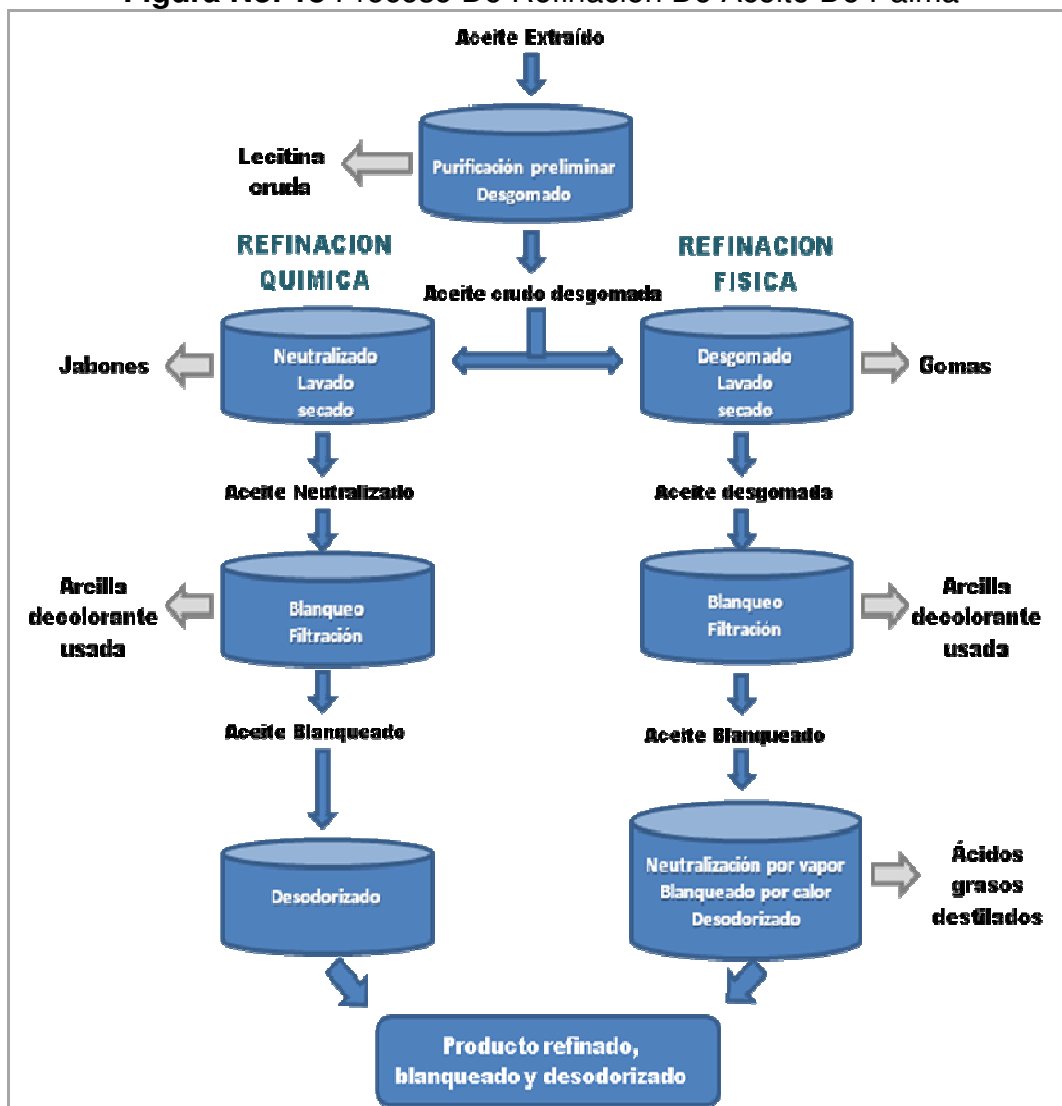
Se denomina refinación (*refino o refinado*) a una serie de operaciones que tienen como objetivo eliminar los defectos de los aceites y las grasas como son excesiva acidez, sabor y olor desagradable, coloración inadecuada, turbidez, etc. Dentro de los mismos, se incluyen las fibras de mesocarpio, la humedad e insolubles, los ácidos grasos libres, los fosfolípidos, las trazas metálicas, los productos de oxidación y las sustancias odoríferas. Como resultado de ello, generalmente el aceite de palma se refina obteniéndose un producto suave y estable antes de ser utilizado para consumo directo o para la formulación de un producto comestible.

Existen dos métodos de refinación para los aceites, que se diferencian en la forma de eliminar los ácidos grasos libres. La refinación química (emplea la neutralización alcalina) y la refinación física (los elimina mediante destilación a

vacio o con arrastre de vapor). El criterio principal para preferir una sobre la otra está basado en la necesidad de disminuir las perdidas y, por consiguiente, está relacionado con la acidez libre del aceite y con aquellos posibles compuestos que influyan a la hora de alcanzar unas determinadas características del producto final.

En la figura No. 18 se pueden visualizar los dos métodos más conocidos para la refinación del aceite de palma.

Figura No. 18 Proceso De Refinación De Aceite De Palma



FUENTE: REFIL S.A. [En línea]. <http://www.refil.com.ar> [citado el 20 de marzo del 2009]

5.3.1.1 Refinación Química⁴⁴: este proceso alcalino utiliza soda caustica, que produce una reacción con los ácidos grasos libres y forman jabón, el cual se retira del aceite mediante centrifugación. El aceite sin ácido se blanquea con arcilla blanqueadora, la cual absorbe el color y los vestigios de metal. Después de la filtración, el aceite blanqueado se calienta con vapor al vacío y altas temperaturas con el objeto de eliminar el olor y el color residual. El aceite terminado RBD, o refinado, blanqueado y desodorizado, es de color amarillo dorado.

Dentro de las ventajas que posee la refinación química se destacan las siguientes:

1. Poder trabajar con cualquier tipo de aceite vegetal.
2. Menor consumo de tierra blanqueante.
3. Menor consumo de sílica.
4. Mayor facilidad de filtración.
5. Colores más bajos.

5.3.1.2 Refinación Física⁴⁵: En este método el aceite crudo se blanquea primero con arcilla para retirar las trazas de metal y luego este aceite pre-blanqueado se destila con vapor al vacío y a alta temperatura, con el fin de eliminar los ácidos grasos. Aquí no se utiliza material cáustico. El aceite RBD es igual al que se obtiene con el proceso cáustico.

Las ventajas que tiene la refinación física son:

1. Menor consumo de energía.
2. Menores pérdidas de aceite neutro.
3. Ausencia de efluentes líquidos.
4. Menor costo de mano de obra.
5. Menor consumo de vapor.


⁴⁴ SALMIAH, A., y ROSNAH, I., Ooi, T. L. Documento Advances in oil palm research, Vol. 2. Libro Oleochemical uses. Malasia 2006 p. 11

⁴⁵ Ibíd. p. 12

6. Ciclo de operación más corto.
7. Aprovechamiento total de los sub-productos y materias secundarias.
8. Ausencia de soda cáustica en el proceso.

Debido a que el aceite de palma es semisólido a temperatura ambiente, este puede separarse para producir una fracción líquida la cual es llamada oleína y una fracción sólida llamada estearina. Lo anterior lo realizan plantas industriales que en primera instancia enfrían el aceite, de acuerdo con un programa controlado, para que aparezcan suficientes cristales sólidos de grasa. Posterior a esto se separa la oleína y la estearina mediante filtrado o centrifugación. La oleína líquida constituye un medio de fritura industrial y un aceite doméstico de cocina muy eficiente en términos de costo, y puede ser usado sola o mezclada con otros aceites vegetales. La estearina sólida es un excelente componente para margarinas, mantecas y grasas de panadería. Para observar mejor este procedimiento (Véase Anexo O).

Dentro de los procesos que hacen parte de la refinación física y química son los siguientes:

 **Desgomado:** Primer paso en el proceso del refinamiento de muchos aceites es el desgomado. El desgomado se puede hacer de dos maneras, una es la química (se adiciona soda cáustica) y la otra es la enzimática (se aplica lecitina con hidróxido de sodio), en ambos procesos se aglomeran las gomas y se procede a retirarlas. Los aceites son desgomados mezclándolos con agua para hidratar a los fosfátidos, que luego son removidos por centrifugación. El desgomado se puede mejorar agregando ácido cítrico o fosfórico o gel de sílica. Además remueve sustancias emulsivas muy valiosas tales como la lecitina. Dentro de los objetivos del proceso de desgomado se destacan el eliminar sustancias que se forman en almacenamiento del aceite crudo, recuperar los fosfátidos, retirar sustancias emulsificantes y reducir el contenido de sustancias pro-oxidantes que deterioran la calidad del RBD.

☞ **Refinado**⁴⁶: Este proceso permite eliminar impurezas y ácidos grasos libres que están presentes en el aceite y puede llevarse a cabo por métodos químicos o físicos. El método químico consiste en hacer reaccionar el aceite crudo con una sustancia alcalina de manera que se eliminen los ácidos grasos libres en forma de jabones. El físico consiste en arrastrar con vapor o vacío los ácidos grasos libres. Este proceso debe llevarse a cabo a altas temperaturas (220-260 °C y 4 a 6 mbar), por lo cual los carotenos que contiene el aceite sufren degradación.

☞ **Desodorización**: Este proceso debe efectuarse a altas temperaturas (220-260 °C y 4 a 6 mbar) con las cuales es posible degradar los carotenos contenidos en el aceite. Se lleva a cabo en una cámara de destilación a vapor, de manera que se volatilizan las sustancias que producen olores y sabores desagradables. Todo lo anterior es posible debido a la diferencia de volatilidad entre los triglicéridos y las sustancias en cuestión. Sin embargo, es en este punto en donde también se volatilizan los antioxidantes del aceite, particularmente carotenos. Luego, se requieren tecnologías más sofisticadas, como la destilación molecular, que permitan que estos no se volatilicen pues se perdería buena parte del valor nutritivo de producto.

Existen dos procesos para la desodorización, el semi-continuo: para lotes pequeños o frecuentes cambios de producto, y el continuo: para cochadas grandes de un mismo producto.

☞ **Blanqueo**: esta fase del proceso de refinación tiene como finalidad eliminar pigmentos presentes en el aceite bruto. Se lleva a cabo utilizando un material adsorbente, arcillas o tierras de blanqueo. Además, se eliminan iones metálicos como hierro, cobre, sodio, calcio y magnesio, que son catalizadores de la oxidación y causantes de precipitados jabonosos en el aceite. Uno de los más

⁴⁶ FEDEPALMA y CENIPALMA. Informe Agenda Prospectiva De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Para La Cadena Productiva De Palma De Aceite En Colombia Con Énfasis En Oleína Roja. [En línea]. Bogotá, 2009. < http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009424103533_OLEINA.pdf > [Citado el 10 de abril de 2009].

utilizados es la tierra de batán que cuenta como uno de sus principales componentes el silicato de aluminio hidratado. Posteriormente, la tierra ó la arcilla utilizada se separa de la mezcla por filtración.

☞ **Fraccionamiento**⁴⁷: Consiste en la separación de la fase líquida (oleína) y sólida del aceite (estearina). Esto se logra por medio de un proceso de cristalización a través de un proceso de enfriamiento controlado y posterior prensado.

La maquinaria que hace parte de este proceso de refinación de aceite de palma, se puede observar en, (Véase Anexo P).

5.3.2 Biodiesel

El proceso más utilizado para la producción de biodiesel es la transesterificación, que es la reacción química entre los triglicérido del aceite o grasa y un alcohol en presencia de un agente catalizador, para producir ésteres alquílicos de ácidos grasos (biodiesel) y glicerol o glicerina⁴⁸.

5.3.2.1 Clasificación de las tecnologías para la producción de biodiesel: La clasificación de las tecnologías que producen biodiesel a partir de aceite de palma crudo son las siguientes:

⁴⁷ Ibid. p. 63

⁴⁸ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Producción de biodiesel a partir de aceite crudo de palma: 1. diseño y simulación de dos procesos continuos. [En línea]. <<http://dyna.unalmed.edu.co/ediciones/151/articulos/EA032106I/EA032106I.pdf>> [citado el 12 de abril de 2009].

a) **Las tecnologías clásicas**⁴⁹: aquellas donde se añade metanol en exceso, para favorecer la transesterificación; este exceso es posteriormente recirculado; para acelerar la reacción se añade un catalizador (ácido, básico, enzimas) para unas determinadas condiciones de presión y temperatura, (Véase Anexo Q) para observar las ventajas y desventajas de la utilización de los catalizadores mencionados anteriormente. Puede ser de régimen continuo o tipo batch.

- ♦ *Catálisis básica o alcalina*⁵⁰: Es el proceso industrialmente más desarrollado y empleado, puesto que los catalizadores empleados, como hidróxidos o carbonatos de sodio o potasio, son económicos, son menos corrosivos que los catalizadores ácidos y se alcanzan conversiones superiores al 99%; la cinética es relativamente rápida, no requiere equipos complicados y la separación de los productos es fácil de realizar. Su desventaja consiste en la ausencia total de agua, puesto que ésta induce una hidrólisis con formación de jabones y pérdidas de éster.
- ♦ *Catálisis ácida*⁵¹: La transesterificación es catalizada por ácidos de Bronsted como el sulfónico o el sulfúrico: las conversiones a ésteres son elevadas, superando el 99%, pero la velocidad de reacción es lenta, sobrepasando en algunos casos las tres horas para condiciones normales. Además, se requieren temperaturas superiores a los 100°C, la separación del glicerol es difícil de realizar y se requieren equipos con materiales resistentes a la corrosión.

⁴⁹ MICHELENA C y MARTIN M. Los Biocombustibles: Planta de Metiléster. Editor: Mundi-Prensa Libros, 2008, p 301. ISBN 8484763609, 9788484763604.

⁵⁰ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. Op. cit., p. 351

⁵¹ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. Op. cit., p 352

- ♦ *Catálisis enzimática con lipasas*⁵²: Las enzimas hidrolíticas se han aplicado en las síntesis químicas gracias a su estabilidad, tolerancia a los solventes y a que no requiere de coenzimas. La aplicación de este método aún no es universal, debido a que posee cinéticas relativamente lentas, y las condiciones de operación son bastante rigurosas.

b) La cavitación⁵³: En este caso, se realiza la transesterificación sin añadir metanol en exceso.

(Véase Anexo R) se describen las tecnologías existentes para la obtención de biodiesel a partir de aceites vegetales. Estas consideran aspectos técnicos para la selección de una tecnología que se acondicione a las características de la materia prima disponible (aceite de palma) y a las características de las industrias colombianas. (Véase Anexo S) se presentan las empresas proveedoras de maquinaria especializada para la industria de la palma.

La tabla No. 4 presenta las tecnologías clásicas para la producción de Biodiesel, en la que se recogen las principales tecnologías producidas en Europa y que no emplean la cavitación, además de mostrar el tipo de catalizador empleado y si la operación es en continuo o tipo batch. Por tanto hay que reseñar que no aparece en esta tabla la tecnología de cavitación que comercializan algunas empresas europeas como la española BODIESELESPAÑA.

Como un resumen del material estudiado en los capítulos 4 y 5, (Véase Anexo T) muestra como está integrada dicha cadena.

⁵² *Ibíd.*, p 352

⁵³ MICHELENA C y MARTIN M. *Op. cit.*, p. 301

Tabla 4 Empresas que realizan la transesterificación clásica

Empresa	Condiciones de reacción			
	P(atm)	T(°C)	Catalizador	operación
1. Con catalizador ácido o básico				
Lurgi	1	60 – 70	Básico	Continuo
Desmet (desmet Ballestra	50	200	Metilato Sódico	Continuo
Energía	1	60	KOH	Continuo
BDI	1	30 – 60	Básico	Bach
Connemann/Field and Hahn	1	60 – 70	NaOH	Continuo
Westfalia	Baja	Baja	Básico	Continuo
Biofuels S.A.	1,5	90	NaOH	Bach
Comprimo/Vogel and Noot	1	Ambiente	KOH	Bach
Biox	1	Ambiente	Básico	Continuo
Gratech	3,5	95		Continuo
Ekoil Biodiesel Production	Reducida	----	KOH	Continuo
Crown Iron Works	---	----	Básico	Continuo
2. Con Catalizador Acido o Básico				
IFM axens	1	50 – 130	Básico/Acido	Bach
3. Con Catalizador Diferente				
Total Fina	40	220	TiO ₂ Soportado	Bach Continuo
4. Con Catalizador Orgánico				
Novamont/Technimont	1	> Ambiente	Orgánico	Bach

FUENTE: MICHELENA C y MARTIN M. Los Biocombustibles: Planta de Metiléster. Editor: Mundi-Prensa Libros, 2008, p 301. ISBN 8484763609, 9788484763604

6. PERFILES TECNOLOGICOS PARA LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE EN EL MAGDALENA MEDIO

Un perfil tecnológico es una recolección de información que permite hacer inferencias precisas, relativas al estado de la tecnología utilizada para la producción y que a su vez permite conocer datos confiables en cuanto a:

- El estado actual desarrollo de la tecnología.
- Experiencias en el uso de la tecnología.
- Desarrollos, productos y aplicaciones relacionadas con la tecnología.
- El funcionamiento de la tecnología.
- Referentes internacionales, empresas e inventores destacados.
- Patentes y artículos científicos relacionados.
- Tecnologías relacionadas⁵⁴.

Lo anterior da paso para construir los perfiles tecnológicos respectivos para cada eslabón de la agroindustria palmera, a su vez dichos perfiles se soportaron con el inventario tecnológico que se realizó a cada uno de los eslabones de la cadena productiva del aceite de palma (Véase Anexo U). Además de la información contenida en los capítulos 4 y 5.

Para la construcción de los perfiles tecnológicos de cada uno de los eslabones de la cadena productiva del aceite de palma, se emplearon una serie de elementos que ayudan a describir el perfil tecnológico, a continuación se explicarán dichos elementos:

- ✓ **Nombre de la Tecnología:** Este elemento indica en nombre de la tecnología sobre la que se describe el perfil tecnológico.

⁵⁴ MÁRQUEZ Y RICO Op. cit., p. 80

- ✓ **Introducción o Resumen:** Describe en cortas palabras las características del eslabón enunciando tecnología empleada, el estado de desarrollo, principales aplicaciones o hechos que llamen la atención.
- ✓ **Palabras Claves:** este elemento enuncia palabras claves sobre la tecnología, y son convenientes usarlas para seguimiento a variables claves y búsquedas.
- ✓ **Características Tecnológicas:** Describe el funcionamiento de la tecnología además de describir los principales productos desarrollados utilizando la tecnología en mención y las diferentes aplicaciones que se le ha dado a la tecnología.
- ✓ **Experiencias:** Menciona las experiencias en relación con la tecnología utilizada.
- ✓ **Patentes:** Descripción de patentes relacionadas con la tecnología mencionada.
- ✓ **Artículos científicos:** Publicaciones científicas relacionadas con la tecnología de estudio.
- ✓ **Redes sociales de conocimiento:** Menciona instituciones o agremiaciones que fomentan y apoyan la investigación y desarrollo, transferencia de tecnología y capacitación de recurso humano.
- ✓ **Tecnologías Relacionadas:** Conjunto de tecnologías con temáticas similares, complementarias o que se aplican en conjunto con la tecnología de estudio.

6.1 Perfil tecnológico del eslabón cultivo de palma

Nombre de la Tecnología: Cultivo de Palma de Aceite

Introducción

La palma aceitera es originaria de África, de la región del Golfo de Guinea, extendiéndose aproximadamente hasta los 15 grados de latitud norte y sur. Desde tiempos remotos la planta crece de forma silvestre, siendo su fruto utilizado para la

extracción del aceite para consumo humano. Durante el siglo XX se transforma en cultivo comercial, estableciéndose en varios países africanos para luego ser introducida en América difundiéndose y adaptándose rápidamente por todo el continente. En relación con el aspecto botánico, es una planta monocotiledónea, que se encuentra clasificada dentro del orden Palmales de la familia Palmaceae con el género *Elaeis* y las especies *Elaeis guineensis* Jacq

Palabras Claves

Vivero, Establecimiento y Desarrollo, Cosecha, Alce y Transporte, Mantenimiento, Sanidad, Palma de Aceite.

Características Tecnológicas

La palma aceitera es un cultivo de gran importancia para la región de Magdalena Medio. De todas las plantas oleaginosas la palma aceitera es la que produce mayor rendimiento de aceite por unidad de área. Las características propias de dicho cultivo hacen que sus labores en gran mayoría sean manuales, presentando así poca mecanización.

Labores como el control fitosanitario y la cosecha son las que requieren mayor personal contratado, seguido de la fertilización, riego, limpieza, polinización, vivero y siembra, y el control de maleza. El personal que hace parte de los cultivos de la región del Magdalena Medio tiene actividades formales de capacitación ya sea por Cenipalma, el Sena o Copalcol. Estas capacitaciones están enfocadas hacia las labores propias del cultivo, siendo estas el vivero, establecimiento y desarrollo, cosecha, mantenimiento y sanidad.

A continuación se describirán las características tecnológicas para cada labor propia de los cultivos del Magdalena Medio de acuerdo con las encuestas realizadas a los responsables de la fase de cultivo de las plantas extractoras

- *Vivero*: Este proceso comprende desde la selección de la tierra y de las semillas hasta la entrega final de plántulas aptas para la siembra en el

cultivo. Los viveros de los cultivos de las plantas extractoras del Magdalena Medio y que son socias de Ecodiesel Colombia, emplean semillas ya sean nacionales o importadas desde Costa Rica, Malasia, entre otros. La maquinaria utilizada en la plantación de las semillas, es el arado, motoniveladoras, cortamalezas y retroexcavadoras.

- *Establecimiento y Desarrollo:* Proceso, en el cual se adecúan los terrenos y se realiza la siembra de las plántulas entregadas en el vivero. Para los cultivos de palma de las plantas extractoras del Magdalena Medio socias de Ecodiesel Colombia, el establecimiento y desarrollo se caracterizan por realizar sus labores con ayuda de maquinas como el buldócer, tractores y retroexcavadoras, en la modalidad de contratación de servicios con terceros.
- *Cosecha:* Proceso en donde se lleva a cabo el corte del fruto y por tal razón influye directamente en la calidad del producto, entregando racimos en óptimas condiciones. Las plantaciones de cultivo de palma de las plantas extractoras del Magdalena Medio socias de Ecodiesel Colombia, se caracterizan porque el corte se hace el mismo día de la identificación de las palmas con racimos maduros, usando para ello el palín y barretón en palmas jóvenes y el cuchillo malayo para palmas adultas. Para el transporte de estos racimos de fruto se hace uso de animales de carga como los búfalos y las mulas acoplados a traíllas o carretillas.
- *Mantenimiento:* Proceso durante el cual se realizan operaciones que garantizan que el cultivo esté en óptimas condiciones, tanto para el cuidado de la palma como para la ejecución de las demás labores. Dentro de las actividades que hacen parte del mantenimiento se encuentra la fertilización, caracterizada porque los cultivos de palma de las plantas extractoras del Magdalena Medio socias de Ecodiesel Colombia, usan fertilizantes de tipo químico y biológico, los cuales son aplicados según el programa de fertilización ya sean con ciclos de dos a tres veces por año, dichos

fertilizantes son aplicados de forma manual pero llevados por medio de tractores con zorras y voleadoras hacia las plantaciones. Otra actividad de suma importancia dentro del mantenimiento es el control de maleza el cual se hace por medio manual con ayuda de un machete, o el medio químico con la ayuda de bombas colgadas en las espaldas y mecánico con una guadaña. Cabe mencionar que solo una plantación que pertenece a las plantas extractoras del Magdalena Medio socias de Ecodiesel Colombia, posee sistema de riego superficial que funciona por gravedad.

- *Sanidad*: Este proceso se encarga de controlar las plagas y enfermedades que atacan el cultivo. Para los cultivos que hacen parte de las plantas extractoras del Magdalena Medio socias de Ecodiesel Colombia, se tiene un supervisor o equipo para la revisión y monitoreo permanente del cultivo y además se establecen protocolos o planes de acción para cuando se detectan condiciones anormales en los cultivos.

De lo anteriormente mencionado, cabe resaltar que aun se encuentran muchas labores manuales con poca mecanización lo cual se debe a características propias del cultivo que hacen difícil que se mecanice totalmente las plantaciones. No obstante, es importante mencionar que los cultivos de palma de aceite que hacen parte de las plantas extractoras del Magdalena Medio socias de Ecodiesel Colombia, poseen sistemas de información los cuales están diseñados para ayudar al administrador en la gestión, planeación y seguimiento de sus recursos.

Experiencias

El aceite de palma se viene consumiendo desde hace más de 5,000 años y se obtiene de la fruta del árbol *Elaeis guineensis*.

La palma aceitera fue introducida en Malasia en 1870 como planta ornamental y sólo pudo ser cultivada a nivel industrial hasta después de la primera Guerra Mundial, aprovechando las experiencias obtenidas en las plantaciones del Asia en Sumatra. El cultivo fue extendiéndose rápidamente, creciendo de 5,000 hectáreas

sembradas en 1918 hasta 2.5 millones de hectáreas en 1996. Hoy Malasia, Indonesia y Filipinas son los mayores productores del mundo de aceite de palma (con más del 78% de la producción global).

En Colombia el cultivo de palma de aceite fue introducido en 1932 por Florentino Claes. Pero el cultivo comercial sólo comenzó en 1945 cuando la United Fruit Company estableció una plantación en la zona bananera del departamento del Magdalena. Cabe destacar que Colombia actualmente es el quinto país a nivel mundial en cuanto a producción de aceite de palma.

El sector palmicultor Colombiano ha contado con cultivadores líderes que se caracterizan por su capacidad de innovación, y es destacado a nivel continental por la existencia de una organización gremial de productores que creó y fortaleció a CENIPALMA, el centro de investigación de la Palma de Aceite. Mostrando con ello su compromiso con la inversión en la ciencia y la tecnología que son premisas de la competitividad. El centro de investigaciones ha desarrollado trabajos relacionados con este eslabón dedicados a: 1) búsqueda de los agentes causales de las enfermedades, línea de investigación, que en 2008 rindió sus frutos mediante la identificación de la *Phytophthora palmivora* como el agente causal de la Pudrición del Cogollo; 2) manejo de las enfermedades; y, 3) búsqueda de materiales resistentes. Cabe destacar que el gremio durante los últimos 17 años ha destinado cuantiosos recursos a la investigación de: la Pudrición de Cogollo (PC) y la Marchitez Letal (ML) enfermedades que ponen en peligro la agroindustria palmera.

Patentes

Para el estudio de patentes relacionadas con el eslabón de cultivo de palma se tomo como base la Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva de Palma de Aceite en Colombia con énfasis en Oleína Roja, estudio elaborado por Fedepalma, Cenipalma, el Ministerio De Agricultura y la Universidad Nacional, para dicho estudio usaron las siguientes bases de datos: ISI Web of Knowledge, Scopus, CAB Direct, Springer Link, EBSCO, Science Direct (disponibles a través del Sistema Nacional de Bibliotecas

SINAB de la Universidad Nacional de Colombia), Scienti (Base de datos de Colciencias), Uspto, Espacenet, SIC (Base de datos de la Superintendencia de Industria y Comercio) arrojando como resultado un bajo número de patentes relacionadas con este eslabón, además se pudo identificar que dentro de dicho estudio la elaboración de productos herbicidas es una temática predominante. Cabe resaltar que el líder en investigación relacionado con el cultivo de palma aceitera es Malasia y sus mayores avances están en, agricultura de precisión, mecanización, mejoramiento genético y el uso de la biomasa residual.

Artículos científicos⁵⁵

El seguimiento realizado en este ítem se dividió en tres secciones:

Requerimientos (suelos): A este respecto las palabras más recurrentes en el período 1998-2008 son medio ambiente (environment), frutos, aguas residuales y calidad.

De otro lado, la investigación apunta a identificar países como Malasia, líder en publicaciones en este tema y país de origen del autor con el mayor número de artículos en el tema, K.Yusof Basiron Sivasothy. El tópico de requerimientos del cultivo también ha sido tratado por investigadores de Suramérica, Asia e Inglaterra.

La revista Plants & Soils parece estar a la vanguardia en el tema, seguido de Journal of Oil Palm Research, revista compilada por Palm Oil Information Online Service (PALMOILIS), del Malaysian Palm Oil Board (MPOB), que a su vez presta servicios en línea. De nuevo, se destacan Planter, Mycopathologia y Euphytica como revistas líderes en este tema

⁵⁵ Ibid. 149-170

- Mejoramiento genético (semillas): Se encontró que una de las temáticas más frecuente es el rendimiento (número de racimos producidos por hectárea sembrada), la escogencia y selección de materiales de siembra, el germoplasma y las enfermedades. Los resultados no han de sorprender, pues el tema de selección de materiales específicos con el fin de lograr una adaptación óptima a las condiciones edafoclimáticas, es una línea de acción que define el futuro comportamiento de la planta.

Entre los autores más destacados se encuentran Nookiah Rajanaidu y Ahmad Rajanaidu Kushairi, ambos malayos y cuyas conferencias y documentos han sido publicados en revistas de Fedepalma durante varios años, hecho que no puede dejar de considerarse pues la continuidad de sus publicaciones indica la importancia que han adquirido para los actores colombianos de dicho eslabón. Su trabajo se refiere a los materiales de siembra, el manejo y mejoramiento de semillas, potencial de recursos genéticos y los impactos de dichos materiales.

Se podría decir que el mejoramiento genético y la experimentación con variedades son temas relativamente jóvenes en lo que concierne a palma, ya que en los registros se observó que solo 18 países han publicado algún documento en revistas reconocidas a nivel mundial en el período estudiado

Entre las revistas reconocidas se encuentra que en general para los temas agronómicos de palma (cultivo), The Planter⁵⁶ tiene la mayor cantidad de publicaciones. Otra publicación destacada es el International Journal of Oil Palm Research, del Palm Oil Research Institute Malaysia. Así también, procedente de este último, está el Weed Biology and Management, revista especializada en el estudio de malezas o plantas nocivas que atacan cultivos, así como estudios de taxonomía, fisiología, metodologías de control, efectos de herbicidas, suelos y ambiente de malezas y otros aspectos. Dicha revista apoya la actividad de

⁵⁶ Con 80 años de antigüedad, The Planter es una de las publicaciones más importantes producidas por The Incorporated Society of Planters (ISP), un antiguo cuerpo de investigación malasio.

científicos de la región de Asia Pacífica y colabora con sociedades de ciencia afiliadas a la Asian-Pacific Weed Science Society (APWSS).

- Problemas sanitarios (enfermedades y plagas): En lo que respecta a enfermedades y plagas, esta es una de las áreas más inciertas y cuya solución depende del manejo y de la adopción de tecnologías específicas del sector palmicultor colombiano. Se halló gran cantidad de información relacionada con palma de tipo *Elais guineensis* y *Ganoderma*, un hongo que amenaza la sostenibilidad de las plantaciones en Malasia. Así también se encontró bastante información concerniente a la enfermedad pudrición de cogollo (PC), pudrición de estípote, raíz, tallo, tronco y estípote.

Se constata el hecho de que los autores sean en su mayoría malasios o ingleses, o trabajen en instituciones de tales países, como Julie Flood quien trabaja en CABI BIOSCIENCE UK Centre (Egham) en Inglaterra y el Dr. Mohd Basri Wahid, Director General de Malaysian Palm Oil Board (MPOB) y quien ha contribuido significativamente con aspectos de manejo y elaboración de planes para incrementar la productividad y competitividad de la industria de la palma de aceite.

De los 464 registros encontrados, más de la mitad provenían de Fedepalma o no tenían país de procedencia. El resto era de Malasia y, en su orden, Singapur, Francia, Inglaterra e Indonesia, de un total de 20 países.

También se identificaron las revistas con más publicaciones. En el grupo se identificaron revistas conocidas como *Journal of Plantation Crop*, publicación oficial de la *Indian Society for Plantation Crops*, y en el que se hallan investigaciones de tipo agrícola, en especial cultivos de trópico como coco, cacao y café, entre otros, y plantaciones basadas en sistemas de cultivo.

Redes sociales de conocimiento

Corpoica, Copalcol, Cenipalma, Fedepalma, Colciencias, Comités agronómicos, Corporación enlace.

Tecnologías relacionadas

Agricultura de Precisión, Mecanización, Optimización de Proceso, Biomasa residual, Mejoramiento Genético y Fitofarmacéuticos

6.2 Perfil tecnológico del eslabón de la extracción aceite de palma

Nombre de la tecnología: Extracción Aceite de Palma.

Introducción

Este eslabón de la cadena recibe racimos de fruto fresco y entrega aceite de palma crudo. Es importante destacar que la extracción del aceite es un proceso mecánico que se lleva a cabo mediante manejo de temperatura, presión y diferencia de densidad de fluidos. Es decir, el aceite de palma crudo no sufre tratamientos químicos. Este proceso se lleva a cabo en las plantas de beneficio primario.

Palabras claves

Recepción de racimos de frutos frescos (RFF), Esterilización, Desfrutación, Extracción, Clarificación, Desfibración y Palmisteria

Características tecnológicas

El eslabón de las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A, presenta características muy similares en su proceso de extracción de aceite de palma, mientras que para la extracción de palmiste solo dos plantas realizan tal proceso.

Las extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A, poseen un talento humano preparado con estudios universitarios o técnicos en sus rangos altos y medios, además dicho personal ha recibido capacitaciones en ISO 9001, salud ocupacional, prevención de accidentes entre otras. Hay que añadir que dichas capacitaciones son dadas por Cenipalma, Fedepalma, Sena, ARP y demás agentes responsables de los temas.

Las capacidades de procesamiento de las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A, varían entre 22 a 40 toneladas por hora. Los picos de producción se presentan en los primeros meses del año, debido a la estacionalidad del régimen de lluvias. El tiempo asignado de trabajo de las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A, son de 2 (dos) a 3 (tres) turnos, de 8 (ocho) horas cada uno.

A continuación se presentarán las características de equipos usados para la extracción de aceite de palma, con base en la información recolectada del personal directivo de dichas plantas:

- *Recepción y pesaje de RFF*: Los equipos que hacen parte de las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A se caracterizan por ser muy similares, todas ellas usan una báscula como equipo de pesaje del racimo de fruto fresco, La capacidad de las tolvas de recepción varía en todos los casos, aunque existe una relación entre la capacidad de la tolva y la capacidad de la planta. Todas poseen vagones o góndolas las cuales son semiautomáticas es decir poseen un motor que ayuda para el arrastre de las góndolas y solo dos de las plantas extractoras usan fracturador el cual tiene como uso romper el raquis, siendo estos equipos novedosos.

- *Esterilización:* En este proceso el tipo de esterilización de todas las plantas extractoras es convencional, con autoclaves horizontales, con capacidades de 12,5 a 28,6 toneladas.
- *Desfrutación:* Después de la esterilización, se procede a desfrutar los racimos para desprender los frutos de las tusas o raquis. La mayoría de las plantas extractoras que hacen parte del presente estudio usan tambores rotatorios de platinas planas colocadas radialmente (de canto) y solo una usa tambores de tipo en U. las capacidades de dichos equipos está entre 25 y 40 toneladas por hora. El uso final que le dan al racimo o raquis de fruto fresco es como fertilizante, una de las plantas lo incinera y otra no tiene usos específicos del material.
- *Digestión:* El proceso de digestión hace que los frutos separados durante el desfrute junto con las espigas sean recalentados y el mesocarpio removido de las nueces como preparación para el prensado. Todas las plantas extractoras que hacen parte del presente estudio llevan a cabo este proceso por medio de un cilindro precalentado y provisto de un eje con brazos agitadores, conocidos como digestor, con capacidades de procesamiento que varían entre 3000 y 6000 litros por hora.
- *Extracción:* Para este proceso todas las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A, usan de dos a tres prensas P9⁵⁷ de doble tornillo, con capacidades de 22 a 30 toneladas por hora.
- *Clarificación:* Las plantas extractoras del Magdalena Medio que hacen parte del presente estudio, usan en esta parte del proceso la clarificación estática y solo una usa además de la estática también la dinámica. Los equipos empleados dentro de este proceso se destacan porque: todas las plantas extractoras que hacen parte del presente estudio usan tanques desarenadores

⁵⁷ PRENSAS P9: La Prensa P.9 de doble tornillo con prensado continuo, consta de dos tornillos que corren paralelos dentro de una caja perforada. La posición del doble cono es controlada por presión hidráulica en forma automática.

con una antigüedad entre los 5 y 10 años. Los tamices que usan son de tipo vibratorio con capacidades que oscilan entre 25 y 40 toneladas por hora. El separador primario que usan es vertical a excepción de dos plantas extractoras que usan horizontales, los secadores de aceite son todos de tipo al vacío, la cantidad de centrifugas que utilizan oscilan entre 3 y 5 con capacidades de 6000 litros por hora cada una. Respecto a los pozos o tanques florentinos la mayoría lo poseen, a excepción de una que no tiene, y con respecto a las lagunas de oxidación todas las plantas extractoras han implementado esta tecnología de tratamiento de lodos entre las cuales se destacan las anaeróbicas, facultativas, de equalización y oxidación metanogénicas.

- *Desfibración:* Este proceso se caracteriza por que la mayoría de las plantas extractoras que hacen parte del presente estudio no poseen secador de torta, a excepción de una que si lo tiene pero con una antigüedad de 10 años. El tipo de desfibrador que usan es de tipo neumático para la mayoría y solo una emplea el desfibrador hidráulico, con capacidades de procesamiento que oscilan de 25 a 30 toneladas por hora.

- *Palmisteria:* Esta parte del proceso se refiere al retiro y procesamiento de la nuez. Todas las plantas extractoras de aceite de palma que son socias de Ecodiesel Colombia S.A poseen clasificador de nueces, rompedor de nueces de tipo ripple mil, pero solo una posee hidrociclones los cuales realizan la función de separar las almendras de las cascaras por diferencia de gravedad específica. La mayoría utiliza para el secamiento de las nueces el sistema de silos solo dos usan el de tipo natural.

Para algunos de los procesos anteriormente mencionados cabe anotar que las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A usan sistemas de información dependiendo de las características propias de cada planta y son usados como herramienta de gestión o como un sistema de control, dentro de los que se destacan programas básicos de hojas de cálculo

(Word; Excel, Power Point), o más avanzados como: Palmas; Operator Workstation; SAP y SIIAGE; SISTEMA UNO Y SUPERVISOR.

El tipo de mantenimiento que emplean las plantas extractoras que hacen parte del presente estudio es de tipo preventivo y correctivo para todas, solo dos realizan mantenimiento predictivo, para dicho mantenimiento se recurre a firmas de Outsourcing. Tres plantas lo realizan con recursos internos o Insourcing.

Ninguna de las plantas extractoras del Magdalena Media que hacen parte del presente estudio posee departamento de I+D, pero dos de ellas si han generado proyectos en temas como uso de biomasa residual y manejo en calidad de vertederos. Todas las plantas han participado o apoyado proyectos externos a la organización de I+D, por lo general asociados a las líneas del centro gremial Cenipalma.

Experiencias

En los primeros años del siglo XX el aceite de palma era procesado solo por métodos tradicionales o artesanales.

En la década de 1920 la United Africa Company y los funcionarios coloniales británicos en Nigeria empezaron a experimentar con ollas de vapor y prensas de mano, diseñadas para hacer más eficiente la producción a nivel de aldea en términos de uso de la mano de obra y producción de aceite.

En el sureste asiático para producir el aceite de alta calidad y en volúmenes que requerían los procesadores de alimentos, se realizó una investigación de ensayo y error que condujo al desarrollo de las fábricas que incorporaban adelantos tecnológicos que aún persisten.

Algunas tecnologías usadas en las plantas convencionales de extracción de aceite de palma pueden ser atribuidas a las investigaciones realizadas en el Congo Belga en la década de 1950.

En Costa Rica fue introducida la palma en 1944 y la primera planta extractora de aceite fue construida en Damas (Aguirre) en el año 1950.

Durante muchos años, a partir de 1960, la tecnología de extracción de aceite de palma no presentó tantas innovaciones como otras industrias alimenticias.

En Colombia especialmente en la región del Magdalena Medio a inicios de la década de los 80 se ponen en marcha las primeras plantas extractoras, que tenían capacidad de producción promedio 15 toneladas día.

Patentes⁵⁸

Acerca de los procesos de extracción, los resultados han sido numerosos a partir del año 1998, destacando un mayor deseo por desarrollar subproductos, métodos o modificaciones del proceso.

Artículos científicos⁵⁹

Se encontró que dentro de las palabras clave más significativas para este eslabón, están: aguas residuales, pérdidas, equipos y clarificación; y en general aquellas referidas a una mayor eficiencia del proceso.

En la revisión por países se resalta el hecho de que, después de Malasia, aparecen tres países latinoamericanos como origen de las publicaciones. En la distribución de la información se evidencia que Colombia es una importante fuente de artículos, en su mayor parte provenientes de Fedepalma.

Al considerar autores con mayor cantidad de artículos, se destacan B.S. Baharim y R.A. Latip ambos de origen malasio, avalados por el Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Putra de Malasia y cuyos artículos también tratan sobre temáticas industriales en publicaciones como el JAOCS. Aunque se

⁵⁸ FEDEPALMA y CENIPALMA. Op. cit., p. 173

⁵⁹ Ibid. p. 142-149

verifica la presencia de autores latinoamericanos, éstos publican en revistas especializadas fuera de la región.

Para este eslabón y sobre procesos avanzados de transformación de aceite, el JAOCS y Applied Biochemistry and Biotechnology van a la vanguardia en la publicación de artículos. Aunque el primero abre el campo a la investigación sobre grasas, aceites, surfactantes, detergentes y productos industriales, también se adelantan trabajos en la ciencia de los alimentos, tecnología y biotecnología.

Redes sociales de conocimiento

Genipalma, Fedepalma, Colciencias, Comités plantas extractoras, Corporación Enlace y Universidad Industrial de Santander

Tecnologías relacionadas

Extracción de Aceite por Solventes por percolación, Extracción de Aceite por Solventes por inmersión, Extracción de Aceite por prensado sin centrifugación.

6.3 Perfiles tecnológicos para los procesos industriales

6.3.1 Perfil Tecnológico Eslabón Refinación

Nombre de la tecnología: Refinación.

Introducción

El aceite crudo de palma extraído de los racimos de frutos frescos contiene una cantidad reducida pero variable de componentes indeseables e impurezas. Dentro de los mismos, se incluyen las fibras de mesocarpio, la humedad e insolubles, los ácidos grasos libres, los fosfolípidos, las trazas metálicas, los productos de oxidación y las sustancias odoríferas. El aceite de palma se refina con el fin de obtener un producto estable, libre de impurezas, antes de ser utilizado para consumo directo o para la formulación de un producto comestible. Los dos

principales métodos de refinado son el refinado alcalino y el refinado físico (arrastre con vapor, neutralización destilativa), que se emplean para extraer los ácidos grasos libres.

Palabras claves

Refinación Física, Desgomado, Refinado, Desodorización, Blanqueo, Fraccionamiento, Palma de Aceite, C.I. Saceites.

Características tecnológicas

La región del Magdalena Medio posee una única industria que hace parte de este eslabón: Santandereana de Aceites. S.A

Los procesos de transformación existentes en Santandereana de Aceites S.A que se relacionan con la obtención de aceites y margarinas para el consumo humano a partir de aceite de palma, comprenden la refinación, fraccionamiento y empaque, con una capacidad instalada de 3000 toneladas/mes para refinación, 1650 toneladas/mes para fraccionamiento y 3500 toneladas/mes para empaque. El promedio de producción en productos terminados de Saceites S.A es de 2200 a 2400 toneladas mensuales y la capacidad utilizada en la planta de refinación es del 78% y en la planta de fraccionamiento es del 83%.

Santandereana de aceites S.A posee tecnología belga, con patente Desmet Ballestra, para los procesos de refinación y fraccionamiento.

Todos los procesos de refinado en Santandereana de Aceites son físicos, bien sea por lo favorable que son para el medio ambiente, como por las posibilidades económicamente técnicas de producir aceites y mezclas de grasas y vegetales.

Dentro de los procesos de transformación existentes en Santandereana de Aceites se destacan:

* **Refinación:** La refinación del aceite se da por medio físico donde las variables controladas son la temperatura, presión y el tiempo de residencia en cada uno de las distintas etapas del proceso. La refinación se lleva a cabo en dos secciones principales: el pre tratamiento o acondicionamiento previo (el cual se divide a su vez en secado, desgomado, filtración y blanqueo) y la desodorización que tiene como objetivo principal convertir un aceite crudo en aceite apto para consumo humano⁶⁰. Las etapas que hacen parte de la refinación son:

- Almacenamiento: se usan tanques cilíndricos y verticales, sistema de cargue de aceites, bombas, sistemas de calentamiento y tuberías de circulación, todo lo anterior con una antigüedad de 26 años, debido a que la tecnología es originaria del año 83 pero con ciertas modificaciones hechas por la misma empresa siendo el caso del sistema de bombas que fue cambiado totalmente y una redistribución del sistema de almacenamiento, que en promedio con las modificaciones realizadas en el equipo de almacenamiento incluyendo tanques y bombas tiene un promedio de 15 años de uso. La capacidad de todo el sistema de almacenamiento es de 1500 toneladas/mes.

- Blanqueo y Desgomado: para el caso del blanqueo se usa un tanque blanqueador reactor o un tanque para tener el aceite en contacto con la tierra de blanqueo, un sistema de vacío, un sistema de calentamiento y filtros de placas para retención de la tierra, para el desgomado se realiza un desgomado ácido, en un equipo con capacidad de 50 toneladas y con 25 años de antigüedad.

- Desodorizador: el aceite ya blanqueado pasa a la sección de desodorización a través de un desaireador, en esta etapa se usan también un desgasificador, un enfriador, un sistema de vacío y un desodorizador semicontinuo. Todo lo anterior con una capacidad de 50 toneladas/ día y 25 años de antigüedad.

⁶⁰ RIVERO ARDILA, Claudia y MANTILLA BARRERA, Christian. Modelo de gestión ambiental para SANTANDEREANA DE ACEITES S.A.: Descripción del proceso tecnológico. Bucaramanga, 1999, 278 h. Trabajo de grado (Especialista en Ingeniería Ambiental). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química.

Cabe destacar que los equipos de las etapas mencionadas han sido sometidos a renovaciones tecnológicas en sus sistemas de control lográndose adecuar algunas etapas en modo semi-automatizadas o totalmente automatizadas como es el caso de la etapa de desodorización.

Actualmente la empresa está trabajando en la ampliación de una de las refinerías, para doblar la capacidad de producción e incorporar tecnología de punta.

* **Fraccionamiento:** Santandereana de Aceites S.A realiza un proceso de fraccionamiento en seco, cuya función principal es separar el sólido y líquido que pueden usarse cada uno por separado en diversas aplicaciones tanto comestibles como en la fabricación de jabones. Los equipo que utiliza este proceso: tanques de homogeneización, tanque de medición, cristalizadores cilíndricos, filtros membrana y filtro rotatorio. Todo el proceso posee una capacidad de 50 toneladas/día y se encuentra totalmente automatizado.

Experiencias

Dentro de las experiencias a destacar en este eslabón se encuentra el aporte del químico ruso-germano Gottlieb Sigismund Kirchoff, quien aplicó la primera reacción catalítica controlada para producir glucosa a partir del almidón en 1812, y también desarrolló un método para producir aceite vegetal y refinarlo. Este método de refinación de aceite se usó industrialmente en una fábrica en San Petersburgo y tenía capacidad para producir dos toneladas de aceite por día.

En épocas recientes en el continente en Honduras, la producción de aceites y grasas a escala industrial se realiza a partir de palma africana a finales de los años 50.

En el año de 1957 en el campo agroindustrial colombiano se creó, la empresa Industrial Agraria La Palma INDUPALMA SA, la primera y mayor plantación de palma africana del país.

En el año de 1983 se creó C.I. Saceites S.A. , única empresa refinadora de aceites en la región del Magdalena Medio, la cual se ha dedicado a la manufactura y comercialización de aceites, margarinas y grasas comestibles, con los más altos estándares de calidad bajo la norma ISO 9001:2000 y bajo los estándares BASC para exportación de sus productos.

La Asociación Argentina de Grasas y Aceites. ASAGA fue creada en el año 1989, en la ciudad de Buenos Aires. Esta entidad es referente en temas de grasas y aceites para América Latina y está conformada por técnicos, profesionales, especialistas, investigadores, instituciones y empresas, de distintos puntos del país. Además posee una importante publicación llamada A&G que tiene como objetivo brindar la mejor información para la capacitación técnico - científica, con un léxico accesible tanto para el profesional, técnico o idóneo u operador de planta.

Patentes⁶¹

Para el eslabón de refinación de aceites las temáticas donde se encuentra el mayor número de patentes registradas según la Agenda Prospectiva De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Para La Cadena Productiva De Palma De Aceite En Colombia Con Énfasis En Oleína Roja, elaborado por Fedepalma, Cenipalma, el Ministerio De Agricultura entre otros, son los siguientes:

- Procesos de Fraccionamiento
- Proceso de obtención de componentes nutricionales (Carotenos, vitamina E y otros.)

Artículos científicos⁶²

Malasia lidera la investigación en cuanto al eslabón industrial de la palma. En este eslabón los temas relativos más tratados son: aceites vegetales, tocoferoles y

⁶¹ Ibid. p. 172

⁶² Ibid. p. 136-142

vitamina E, aunque vale la pena resaltar la importancia que han tenido las publicaciones con temas relacionados con calidad de aceite de palma y contenidos de ácidos grasos.

Del total de la producción científica entre los años 2000 - 2008, el de mayor número de registros fue el 2001. No obstante, cabe destacar que, según algunos expertos del sector, los años con mayor afluencia de artículos y ponencias coinciden con aquellos en los que se realiza el Congreso Internacional de Aceite de Palma en Malasia (PIPOC por sus siglas en inglés).

En este tema, quienes han liderado la investigación, con mayor número de publicaciones desde el año 2000, han sido B. Baharin y M. Castell.

Desagregando la información por revista especializada, es posible destacar al JAOCS, como una de las revistas más recurrentes especializada en procesos industriales y que también sobresale en los temas de salud y consumo. Después de JAOCS (Journal of the American Oils Chemists' Society) está Grasas y Aceites, la única revista especializada que tiene como origen un país de habla hispana y cuyo contenido se centra en información científica y técnica sobre grasas comestibles y sus derivados. La temática de esta última se refiere fundamentalmente a frutos y semillas oleaginosas, materias grasas, productos afines o derivados, aceites de mesa y subproductos, además del tratamiento de las aguas residuales de las industrias correspondientes.

Redes sociales de conocimiento

Colciencias y Universidad Industrial de Santander

Tecnologías relacionadas

Refinación Química, Refinación Física, Blanqueo Batch, Blanqueo continuo, Tecnología SoftColumn, Desodorización continua y Desodorización semicontinua

6.3.2 Perfil tecnológico del eslabón para la producción de biodiesel

Nombre de la tecnología: Biodiesel

Introducción

El biodiesel es un combustible derivado de aceites vegetales y que puede ser utilizado en cualquier aplicación donde se use el ACPM o petrodiesel, y se formula en composiciones con el diesel del petróleo o completamente puro.

Palabras claves

Biocombustibles, Biodiesel, tecnología de producción de biodiesel, Palma de Aceite, Ecodiesel.

Características tecnológicas

Para el eslabón de producción de Biodiesel a partir de aceite palma, la región del Magdalena Medio cuenta con una única planta ubicada en la ciudad de Barrancabermeja, Ecodiesel Colombia S.A, la cual se planea que inicie operaciones en el mes de noviembre del 2009.

Ecodiesel Colombia S.A tiene como proveedor de ingeniería básica y de detalle de corazón de la planta así como el suministro de los equipos centrales de la planta a Desmet Ballestra⁶³ compañía poseedora de tecnologías de transformación de aceites y en particular de transesterificación con catalizador básico que garantiza menores tiempos de reacción a diferencia de los otros catalizadores, el proceso es de tipo Batch y se caracteriza por utilizar la patente Connemann (Véase Anexo V). Para la ingeniería adicional de la planta (periféricos) como tanques, básculas, edificaciones y montaje, se contrató la firma brasilera Dedini.

⁶³ BALLESTRA S.p.A. es una empresa italiana fundada en el año de 1960. Ballestra produce plantas y maquinaria en el sector de la industria química para el proceso de aceites y grasas, sistemas de integración y control para plantas industriales, producción y comercialización de biodiesel.

La planta producirá 100 mil toneladas anuales de biodiesel, equivalentes a 2 mil barriles por día, que inicialmente se usará en formulaciones, con diesel del petróleo producido en la misma refinería, de un 2% de aditivo biodiesel reduciéndose el contenido de azufre del ACPM en igual porcentaje y las emisiones de material particulado en aproximadamente 5%⁶⁴.

☺ *Transesterificación tipo Batch*⁶⁵: El método más simple para la producción de biodiesel es el uso de un reactor con un agitador. Se denominan estos reactores "batch" por funcionar por lotes, y la producción se hace en forma discontinua, de ahí su nombre de lote o cochada

Las condiciones de operación más comunes son: temperaturas de 65°C, aunque intervalos de temperaturas desde 25°C a 85°C también han sido reportados. El catalizador más común es el NaOH, aunque también se utiliza el KOH, en proporciones del 0,3% al 1,5% en peso del aceite reaccionante

El proceso exige una agitación intensiva para obtener una buena mezcla del aceite, del catalizador y del alcohol en el reactor. Al final de la reacción, la agitación se disminuye para permitir la separación de las dos fases formadas: la fase pesada inferior de glicerol y la liviana o superior de la mezcla de ésteres.

Algunas plantas en operación utilizan el sistema de dos etapas, con la eliminación del glicerol después de la primera etapa y así aumentar el rendimiento final hasta porcentajes superiores al 95%. Temperaturas mayores y relaciones altas de alcohol:aceite iniciales pueden asimismo aumentar el rendimiento de la reacción.

⁶⁴ ECOPETROL. Perder sí es ganar. [En línea]. <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetrolera118/rev_refinacion.htm> [citado el 1 julio de 2009].

⁶⁵ LAMOUREUX J. Diseño Conceptual De Una Planta De Biodiesel. [Trabajo de grado] Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de ingeniería mecánica; 2007. p35. [en línea]. http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2007/herve_j/sources/herve_j.pdf

El tiempo de reacción suele ser entre 20 minutos y una hora. (Véase Anexo W) se reproduce un diagrama de un proceso de transesterificación en discontinuo,

En algunos procesos, se deja la mezcla que reaccionó reposar para iniciar una separación entre glicerol y ésteres. En otros procesos, la mezcla se bombea hacia un estanque de decantación o se separa en una centrifuga. El alcohol se remueve de ambas fases: glicerol y éster utilizando un evaporador o una unidad "flash" (alta temperatura, baja presión). Los ésteres son neutralizados, lavados utilizando agua caliente levemente ácida para remover las sales y el metanol residual, antes de pasar a la etapa de secado. El biodiesel final se manda a almacenamiento. Por otra parte, el flujo de glicerol se neutraliza y lava con agua suave, antes de entrar a una etapa de refino.

Experiencias

La utilización de aceites vegetales como combustibles data de 1900, cuando *Rudolph Diesel* lo utilizó por primera vez en su motor de ignición por compresión. Sin embargo, fue en la década del 70 cuando los biocombustibles y en particular el bioetanol y el biodiesel retomaron en forma significativa su papel de sustitutos de los derivados del petróleo, a raíz de la crisis energética y el elevado costo de los recursos fósiles⁶⁶.

Las primeras pruebas técnicas masivas con biodiesel se llevaron a cabo en 1982 en Austria y Alemania, pero solo hasta el año de 1985 en Silberberg (Austria), se construyó la primera planta piloto productora de RME (Rapeseed Methyl Ester - metil éster del aceite de semilla de colza). Hoy en día países como Alemania, Austria, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Malasia y Suecia son pioneros en la producción, ensayo y uso de biodiesel en automóviles.

⁶⁶ COLLYMORE R Andrea y otros "Producción científica mundial sobre biodiesel" reseña de Biodiesel: The use of vegetable oils and their derivatives as alternative diesel fuels. En: Sara and J. Woodward (eds.). Fuels and Chemicals from Biomass. Washington DC: American Chemical Society; 1997. (ACS Symposium Series 666). p.172-208.

La región del Magdalena Medio colombiano cuenta con una planta productora de biodiesel a partir de aceite de palma crudo, llamada Ecodiesel Colombia S.A, la cual nace el 19 de abril de 2007 bajo la figura de una empresa productora de biodiesel que se constituye en la alianza empresarial entre Ecopetrol S.A. y siete extractoras de aceite de palma de la zona del Magdalena Medio.

Ecodiesel es una empresa de economía mixta indirecta, regida por el derecho privado, en la cual Ecopetrol S.A. participa con el 50% y las empresas palmeras: Agroince Ltda y Cia S.C.A., Extractora Monterrey S.A., Palmas del Cesar S.A., Oleaginosas Las Brisas S.A., Palmas Oleaginosas Bucarelia S.A., Palmeras de Puerto Wilches S.A. y Extractora Central S.A., participan con el otro 50%⁶⁷.

Patentes

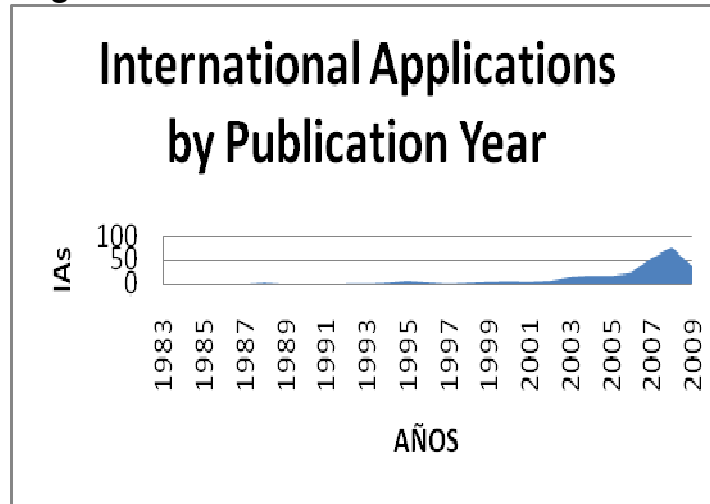
Para la búsqueda de patentes del eslabón del Biodiesel los autores del presente proyecto usaron como base de datos la OMPI, de acuerdo con las patentes encontradas se examinaron indicadores como años de aplicación, distribución de patentes por países y distribución de patentes entre empresas. De lo anterior, se obtuvieron las tendencias en investigación básica y aplicada al eslabón de producción de Biodiesel y en cuanto a patentes del mismo hasta el año 2009.

En la figura No. 19 se puede observar que a partir del año 2000 se ha visto un incremento en la aplicación de patentes relacionadas con la producción de biodiesel. Hecho debido a la tendencia mundial de reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

En la figura No. 20 se puede ver que Estados Unidos es el país con mayor número de patentes, seguido de Malasia y Alemania.

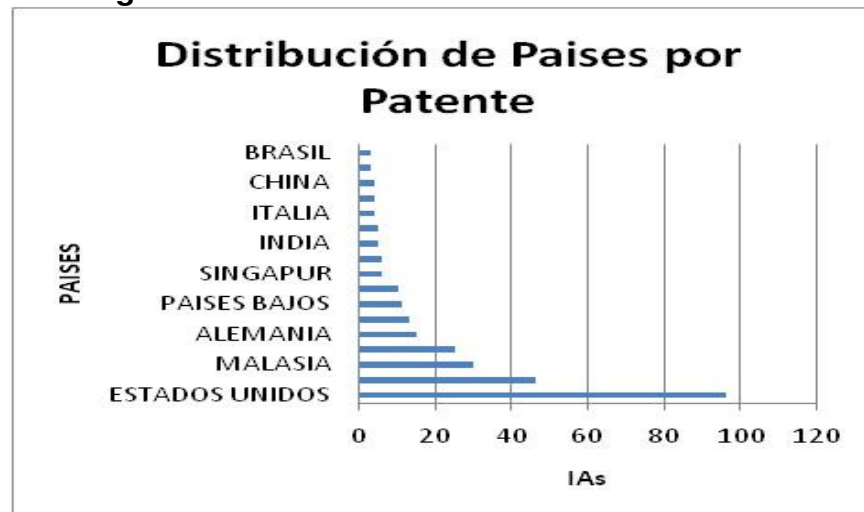
⁶⁷ FEDERACION NACIONAL DE BIOCMBUSTIBLES. Ecodiesel Colombia S.A.: La apuesta de los Biocombustibles. [En línea]. <<http://www.fedebiocombustibles.com/ecodisel-colombia.html>> [citado el 25 de junio de 2009]

Figura No. 19 Distribución De Patentes Por Año



FUENTE: Autores, Base de datos OPMI⁶⁸.

Figura No. 20 Distribución De Países Por Patente



FUENTE: Autores, Base de datos OPMI⁶⁹.

La distribución de patentes por empresa muestra que la MPOB es la de mayor número de patentes relacionadas con la producción de Biodiesel a partir de aceite

⁶⁸ OMPI. Base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. [base en línea].[consultado en el periodo 1-16 de junio de 2009].

⁶⁹ OMPI. Base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. [base en línea].[consultado en el periodo 1-16 de junio de 2009].

de palma, hecho que se destaca debido a que Malasia es el país líder en investigación y desarrollo relacionado con la industria de la palma de aceite.

Tabla 5. Distribución de Patentes por Empresa.

	DISTRIBUCIÓN DE PATENTES POR EMPRESA	Aplicacion Internacional
1	MALAYSIAN PALM OIL BOARD	9
2	The Nisshin Oil Group, Ltd.	7
3	FUJI OIL COMPANY, LIMITED	5
4	LODERS CROKLAAN B.V.	4
5	WORLD ENERGY SYSTEMS, INC.	3
6	UNILEVER PLC UNILEVER N.V.	3

FUENTE: Autores, Base de datos OPMI⁷⁰.











Artículos científicos

Para la búsqueda de artículos científicos del eslabón del Biodiesel los autores del presente proyecto usaron como base de datos la ISI Web of Knowledge, de acuerdo con los artículos científicos encontrados se examinaron indicadores como años de publicación, distribución de publicaciones por países, distribución de publicaciones por Instituciones, y tipo de publicación. De lo anterior, se obtuvieron las tendencias en investigación básica y aplicada al eslabón de producción de Biodiesel y en cuanto a publicaciones del mismo hasta el año 2008.

En la tabla No. 6 se observó que a partir del año 2000 se ha visto un incremento en las publicaciones relacionadas con la producción de biodiesel a partir de aceite de palma.











⁷⁰ OMPI. Base de datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. [base en línea]. [consultado en el periodo 1-16 de junio de 2009].

Tabla 6. Año de publicación

Field: Publication Year	Record Count	% of 2665	Bar Chart
2008	506	18.9869 %	
2007	381	14.2964 %	
2006	297	11.1445 %	
2005	294	11.0319 %	
2009	255	9.5685 %	
2004	243	9.1182 %	
2002	223	8.3677 %	
2001	220	8.2552 %	
2003	209	7.8424 %	
2000	36	1.3508 %	

FUENTE: ISI Web of Knowledge⁷¹

Tabla 7 Publicaciones por Países

Field: Country/Territory	Record Count	% of 2665	Bar Chart
MALAYSIA	709	26.6041 %	
USA	292	10.9568 %	
JAPAN	174	6.5291 %	
INDIA	153	5.7411 %	
BRAZIL	137	5.1407 %	
ENGLAND	127	4.7655 %	
FRANCE	120	4.5028 %	
NIGERIA	112	4.2026 %	
SPAIN	98	3.6773 %	
THAILAND	96	3.6023 %	

En la tabla No. 7, se observa que el país con mayor número de publicaciones relacionadas con la producción de biodiesel a partir de aceite de palma es Malasia, hecho que se destaca debido a que es el país líder en investigación y desarrollo relacionado con la industria de la palma de aceite, y cuenta con la institución MPOB que lidera la investigación.

FUENTE: ISI Web of Knowledge⁷²

⁷¹ BASE DE DATOS UIS. Base de datos ISI Web of Knowledge- Web of Science. base en línea].[consultado en el periodo 15-26 de junio de 2009].

⁷² BASE DE DATOS UIS. Base de datos ISI Web of Knowledge- Web of Science. base en línea].[consultado en el periodo 15-26 de junio de 2009].

Tabla 8 Distribución de publicaciones por Instituciones

Field: Institution Name	Record Count	% of 2665	Bar Chart
UNIV SAINS MALAYSIA	157	5.8912 %	■
UNIV PUTRA MALAYSIA	150	5.6285 %	■
MALAYSIAN PALM OIL BOARD	123	4.6154 %	■
UNIV KEBANGSAAN MALAYSIA	78	2.9268 %	■
UNIV MALAYA	73	2.7392 %	■
UNIV PERTANIAN MALAYSIA	49	1.8386 %	■
NANYANG TECHNOL UNIV	27	1.0131 %	■
PRINCE SONGKLA UNIV	26	0.9756 %	■
UNIV ESTADUAL CAMPINAS	26	0.9756 %	■
UNIV GEORGIA	25	0.9381 %	■

FUENTE: ISI Web of Knowledge⁷³

La tabla No. 8 presenta que las instituciones con mayores números de publicaciones son de origen malayo, hecho que se sustenta con la tabla anterior Malasia y con el Congreso Internacional de Aceite de Palma (PIPOC por sus siglas en inglés) que es realizado en este mismo país.

La tabla No. 9 presenta la clase de publicaciones más utilizada como son los artículos, que brindan aportes científicos permitiendo en un futuro profundizar en investigaciones que brindarán desarrollos tecnológicos.

⁷³ BASE DE DATOS UIS. Base de datos ISI Web of Knowledge- Web of Science. base en línea].[consultado en el periodo 15-26 de junio de 2009].

Tabla 9 Tipo de publicación

Field: Document Type	Record Count	% of 2665	Bar Chart
ARTICLE	2304	86.4540 %	
PROCEEDINGS PAPER	165	6.1914 %	
REVIEW	100	3.7523 %	
MEETING ABSTRACT	44	1.6510 %	
NEWS ITEM	20	0.7505 %	
LETTER	14	0.5253 %	
EDITORIAL MATERIAL	11	0.4128 %	
CORRECTION	4	0.1501 %	
BOOK REVIEW	2	0.0750 %	

FUENTE: ISI Web of Knowledge⁷⁴

Redes sociales de conocimiento

ICP-Ecopetrol, Colciencias, Corpobid

Tecnologías relacionadas

Biocombustibles, etanol y alcoholes, Energías renovables, motores diesel.

⁷⁴ BASE DE DATOS UIS. Base de datos ISI Web of Knowledge- Web of Science. base en línea].[consultado en el periodo 15-26 de junio de 2009].

7. EFECTOS CAUSADOS POR LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE

Actualmente los biocombustibles representan una fuente potencial de energía renovable, convirtiéndolos en una alternativa para sustituir los combustibles fósiles, además de que podrían generar nuevos y grandes mercados para los productores agrícolas. El uso intensivo de estos combustibles alternos es motivo de intensa polémica por la incertidumbre en los efectos ambientales y económicos que podrían generar en las cadenas alimentarias la utilización de grandes extensiones de tierra con fines agroenergéticos. Es por ello que se requieren estudios más profundos y detallados de las implicaciones y los posibles efectos de su uso.

A continuación se mostrará cómo ha afectado en lo económico la producción de biodiesel a partir de aceite de palma al sector palmero. Se hará una comparación del sector antes y después que el gobierno nacional impulsara la política de incentivar la producción de biodiesel a partir de aceite de palma, con la aprobación de las leyes 693 de 2001 y 939 de 2004. También se mostrarán algunos de los efectos tanto positivos como negativos en términos ambientales, así como los diferentes desarrollos que ha venido presentando el sector en el uso de tecnologías limpias.

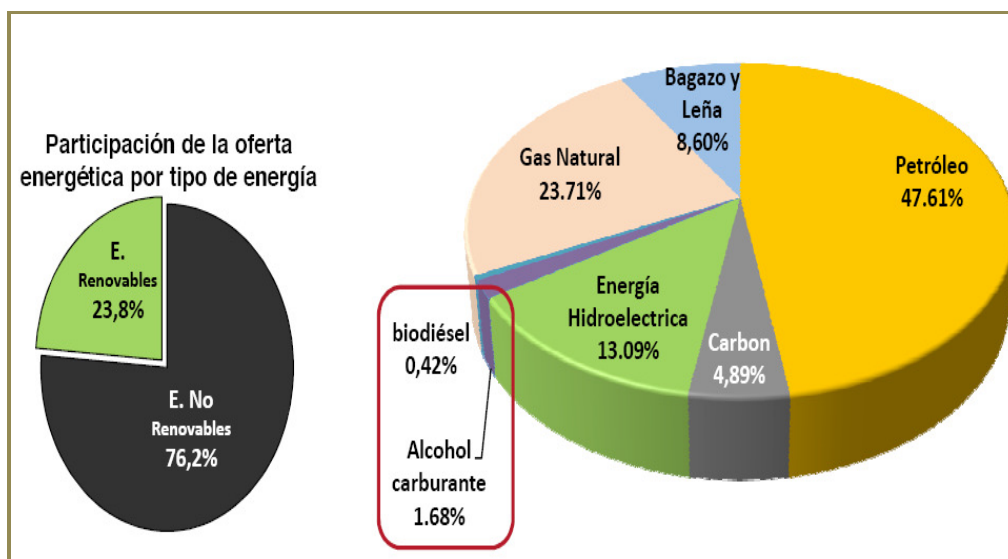
7.1 Efectos económicos a la agroindustria palmera

Países como Estados Unidos y la Unión Europea han estado impulsando en los últimos años la utilización de etanol y biodiesel como reemplazo del petróleo; las razones son varias, se destacan: que la producción de crudo a nivel mundial está en declive, y su extracción cada vez resulta más difícil y costosa, hecho que se ve reflejado con el incremento en el precio del mismo en los últimos años, a esto se le

añaden los problemas climáticos causados por las emisiones de los combustibles fósiles.

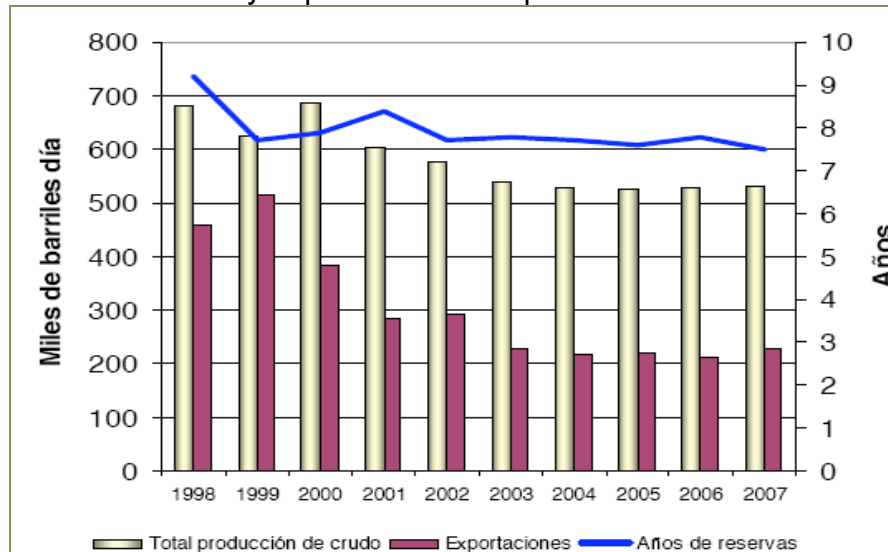
Es por esto que el mundo ha estado trabajando en fuentes de energía renovable y Colombia no ha estado al margen de estas tendencias que se hicieron factibles, desde el 2001 con la ley 639 y en el 2004 con la ley 934 .El país ingresa en el grupo de naciones que favorecen el uso de biocombustibles y su producción particularmente de bioetanol y biodiesel. Las causas que motivaron esta estrategia son varias, entre las que caben mencionar: la dependencia energética de fuentes fósiles no renovables como petróleo y carbón (ver Figura No. 22,) la disminución en las reservas de petróleo, el comercio exterior de exportaciones y producción del mismo (ver Figura No. 23) y la inestabilidad y el incremento de los precios internacionales del petróleo (ver Figura No. 24)

Figura No. 21 Estructura de la oferta energética en Colombia (2008)



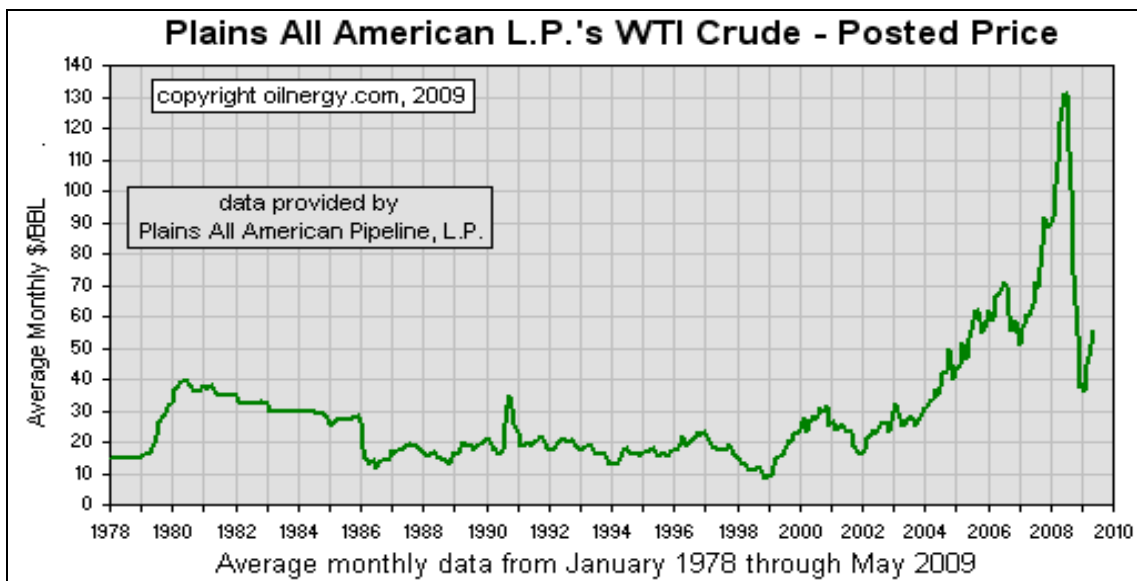
FUENTE: FEDEPALMA. Programa De Biodiesel En Colombia Y Su Efecto En El Mercado Del Aceite De Palma. [En línea]. <http://www.fedepalma.org/documen/2009/BioTop_Argentina.pdf> [citado el 20 de abril de 2009].

Figura No. 22 Producción y exportaciones de petróleo Vs. Reservas nacionales



FUENTE: LA PALMICULTURA Y LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL EN COLOMBIA. (10:2008: Bogotá). Memorias del X Congreso de Economistas de Latinoamérica y el Caribe. Bogotá: Fedepalma, 2008. 54p

Figura No. 23 Precio del petróleo entre 1978 a 2008



FUENTE: OILNERGY. wti crude oil posted Price. [En línea]. <<http://www.oilnergy.com/1opost.htm>>. [Citado el 15 de abril de 2009]

7.1.1 ¿Porqué la Palma?

Las razones por las que se está produciendo biodiesel a partir de palma en el país se debe a que es el cultivo más promisorio, a tal punto que Colombia

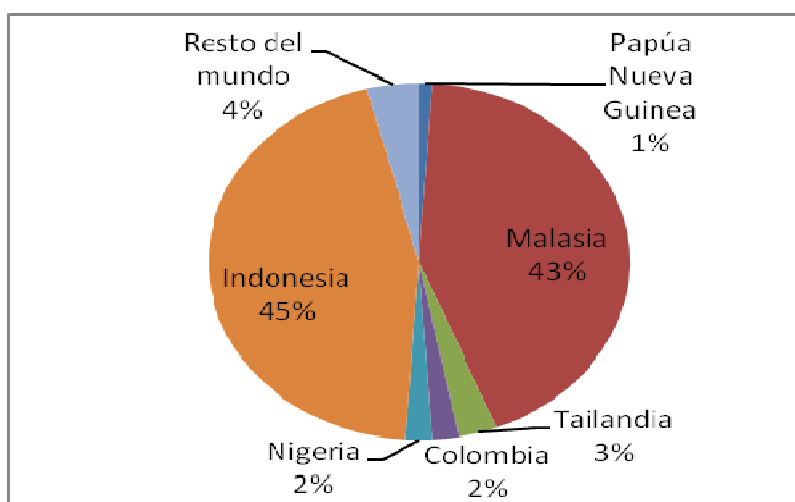
actualmente, es el quinto productor mundial de esta planta y el primero en el continente (ver tabla No.10 y Figura No.25).

Tabla 10. Producción de aceite de palma 2000-2020 (millones de toneladas)

	2000	2005	2008	2009	2010	2015	2020
Indonesia	7,0	13,1	18,4	18,6	19,7	34,7	56,4
Malasia	10,8	15,0	17,3	17,2	17,8	24,2	30,1
Tailandia	0,7	0,8	1,1	1,4	1,3	1,9	2,9
Colombia	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,2
Nigeria	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0
Papúa Nueva Guinea	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,9
Resto del mundo	1,4	1,7	1,8	1,8	1,9	2,2	2,7
Mundo	21,5	32,3	40,6	41,2	42,9	66,1	95,9

FUENTE: FEDEPALMA y CENIPALMA. Informe Agenda Prospectiva De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Para La Cadena Productiva De Palma De Aceite En Colombia Con Énfasis En Oleína Roja. [En línea]. Bogotá, 2009. < http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009424103533_OLEINA.pdf > [Citado el 15 de abril de 2009].

Figura No. 24 Participación en la producción mundial de APC para 2008 según país



FUENTE: FEDEPALMA y CENIPALMA. Informe Agenda Prospectiva De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Para La Cadena Productiva De Palma De Aceite En Colombia Con Énfasis En Oleína Roja. [En línea]. Bogotá, 2009. < http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009424103533_OLEINA.pdf > [Citado el 15 de abril de 2009].

Pero esta no es la única razón, las características propias del aceite de palma como su rendimiento y eficiencia energética lo hacen atractivo, (ver tabla No. 12 y tabla No. 13).

Tabla 11 Rendimientos materias primas (Lts/ha/año)

BIODIESEL

Cultivo	Rendimiento
Palma	5.550
Cocotero	4.200
Higuerilla	2.600
Aguacate	2.460
Jatropha	1.559
Colza	1.100
Maní	990
Girasol	890
Soya	840

FUENTE: MINAGRIGULTURA. Los Biocombustibles En Colombia. [En línea]. <http://www.minagricultura.gov.co/archivos/biocombustibles_septiembre.pdf> [citado el 9 de abril de 2009]

Tabla 12 Eficiencia Energética

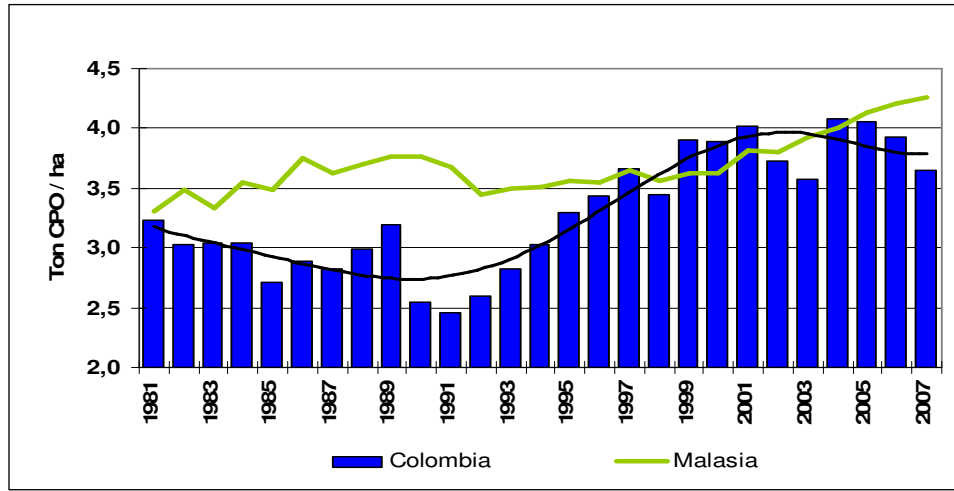
Cultivo	Energía producida/ Energía requerida
Palma	6.6
Jatropha	5.0
Soya	3.2
Colza	1.7

FUENTE: MINAGRIGULTURA. Los Biocombustibles En Colombia. [En línea]. <http://www.minagricultura.gov.co/archivos/biocombustibles_septiembre.pdf> [citado el 9 de abril de 2009]

Otra razón por la que se escogió la palma es el comportamiento creciente que ha tenido la industria en cuanto al rendimiento de aceite por hectárea, ya que la diferencia en rendimientos con el mayor productor de aceite (malasia), ha ido disminuyendo en los últimos años (ver figura No. 25) y para la zona central este comportamiento no ha sido ajeno ya que de las 4 zonas es la que mejores rendimientos tiene llegando a las 5 ton/ha en el 2008⁷⁵.

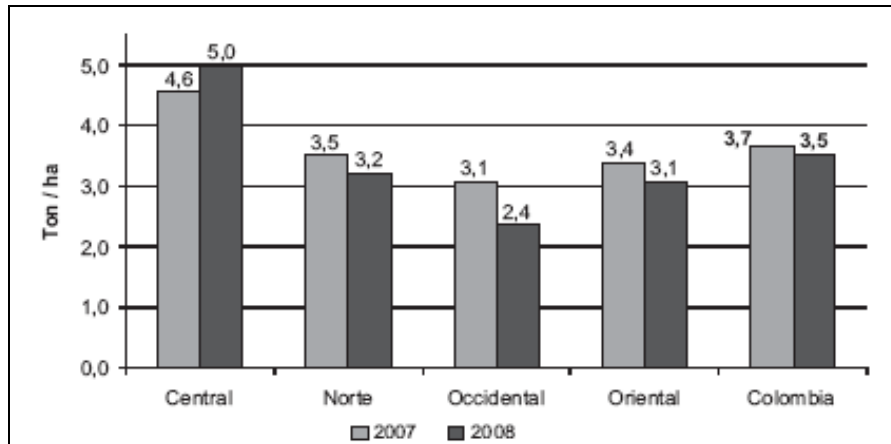
⁷⁵ FEDEPALMA. Balance económico del sector palmero colombiano en 2008. [en línea]. <http://www.fedepalma.org/documen/2008/balance_2008.pdf> [citado el 31 de julio de 2009]

Figura No. 25 Rendimientos de aceite de palma en Colombia y Malasia 1981-2007 (Ton / ha)



FUENTE: FEDEPALMA. Competitividad de costos de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. [en línea]. < www.fedepalma.org/document/.../Reunion_gremial_Villavicencio.ppt > [citado el 31 de julio de 2009]

Figura No. 26 Rendimientos promedio de aceite de palma por zona productora. 2007-2008 (t / ha)



FUENTE: FEDEPALMA. Competitividad de costos de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. [en línea]. < www.fedepalma.org/document/.../Reunion_gremial_Villavicencio.ppt > [citado el 31 de julio de 2009]

7.1.2 Normatividad e Incentivos

Es claro que el país le apunta al biodiesel, por eso en los últimos años se ha trabajado en políticas e incentivos específicos que permitan al sector crecer al ritmo que viene creciendo hoy en día.

Tabla 13 Normatividad

Decreto 2594/07	Establece un fondo de capital de riesgo para apoyar iniciativas productivas, entre ellas los proyectos de biocombustibles
Decreto 4051/07	Zonas Francas Permanentes.
Resolución 180106/08	Establece disposiciones relacionadas con la estructura de precios del ACPM (diesel) y de la mezcla del mismo con el biocombustible para uso en motores diesel.
Resolución 182158/07	Estructura de precios del ACPM mezclado con biocombustible para uso en motores diesel
Resolución 180134/09	Por la cual se modifica la resolución 182158 de diciembre de 2007, en relación con la estructura de precios del ACPM mezclado con biocombustible para uso en motores diesel.

FUENTE: FEDEPALMA. Programa De Biodiesel En Colombia Y Su Efecto En El Mercado Del Aceite De Palma. [En línea]. <http://www.fedepalma.org/documen/2009/BioTop_Argentina.pdf> [citado el 20 de abril de 2009].

Los incentivos que el gobierno viene manejando para el sector son:

- ⊙ Exención IVA, impuesto global al biodiesel.
- ⊙ Exención IVA, impuesto global y sobretasa al alcohol carburante.
- ⊙ Exención renta líquida generada por el aprovechamiento de nuevos cultivos de palma, por 10 años.
- ⊙ Zona Franca Proyectos Agroindustriales: Renta de 15% (vs. 35%) e introducción de equipos libres de arancel e IVA, cuando la inversión sea superior a 75.000 smmlv (USD 18 millones) o genere 500 empleos.
- ⊙ Deducción sobre el impuesto de renta del 40% de las inversiones en activos fijos reales productivos, incluyendo leasing financiero*.
- ⊙ ICR⁷⁶ para establecimiento y renovación palma.
Plazo promedio: 7 años
Años de gracia promedio: 2 años

⁷⁶ Incentivo a la Capitalización Rural

* Aplica conjuntamente con beneficios de zona franca siempre que se trate de un proyecto nuevo que solicite declaratoria de Zona Franca para Proyectos Agroindustriales.

Por cada hectárea establecida o renovada, el MADR aporta \$1.8 millones

⊙ DTF – 2 para establecimiento y renovación en palma

Plazo promedio: 10 años

Años de gracia promedio: 3 años

Por cada hectárea establecida o renovada, el MADR aporta \$2.6 millones

⊙ DTF – 2 para plantas de biocombustibles y extractoras

Plazo promedio: 5 años

Años de gracia promedio: 1 año

⊙ Precio biodiesel, máximo entre*:

a) Precio fijo:

- \$6.545/galón.
- Se actualiza según IPP y tasa de cambio.

b) Precio a partir de las materias primas o sustitutas:

- Precio de referencia del mercado interno de aceite de palma.
- Precio internacional del metanol.
- Factor Eficiente de Producción.

c) Precio a partir del combustible fósil (diesel):

- Ponderación entre precio de paridad exportación y de importación del diesel, según producción nacional e importada.
- Valoración de beneficios ambientales y de cetanaje.
- Capacidad calorífica del biodiesel en relación con la del diesel fósil.
- CONPES Biocombustibles.

7.1.3 Generación de empleo

Los empleos que genera la industria de la palma, en comparación con otros productos agrícolas que sirven de materia prima para la producción de biodiesel, siendo este indicador más bajo (0,27) que el de otros cultivos como la higuera o la soya (0,64 y 0,37)

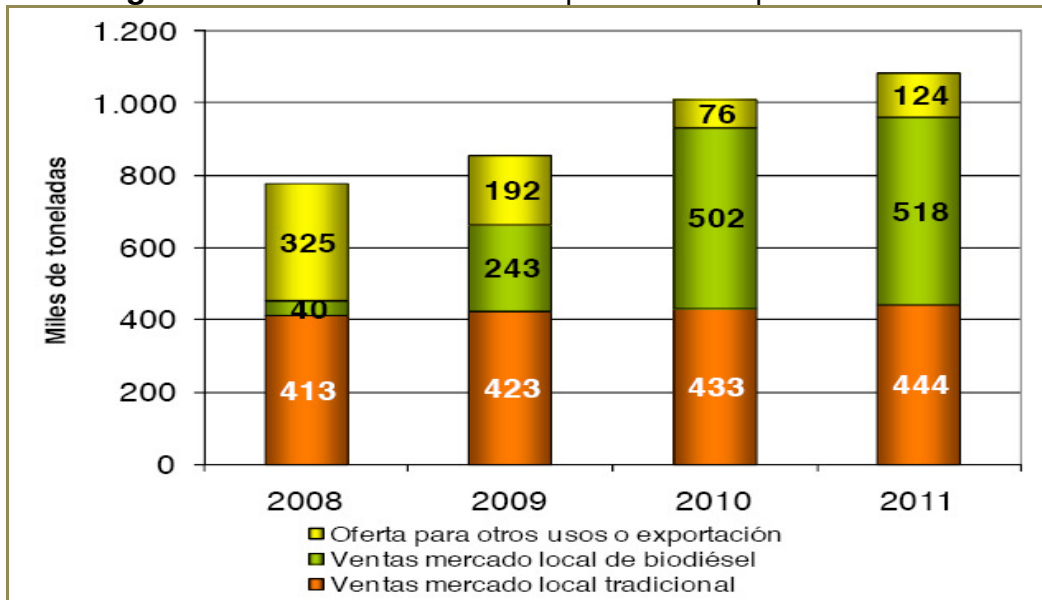
Tabla 14 Empleo agrícola en el biodiesel

Cultivo	Rendimiento (l/ha/año)	Rendimiento (gal/ha/año)	Empleos Agric+ind/ha/año
Palma	5.550	1.466	0,27
Cocotero	4.200	1.110	0,52
Higuerilla	2.600	687	0,64
Aguacate	2.460	650	0,51
Jatropha	1.559	412	0,30
Colza	1.100	291	0,40
Maní	990	262	0,40
Soya	840	222	0,37
Girasol	890	235	0,40

FUENTE: FEDEPALMA. Política para el Sector Palmero. [En línea]. <<http://www.fedepalma.org/document/2007/10AFarias.pdf>> [citado el 16 de abril de 2009].

Observando los datos de la tabla No. 14 se observa que la industria de la palma no es la que más empleos genera por hectárea, pero su rendimiento es superior a todas las demás alternativas, y si a eso se le suma 60 años de experiencia que tiene Colombia en el cultivo de palma, el uso que se le va a dar al aceite (ver figura No. 27) y las hectáreas requeridas (ver tabla No. 15), se puede ver porque la opción elegida por el país fue la palma y su impacto en la generación de empleo es positivo.

Figura No. 27 Uso del aceite de palma en los próximos años



FUENTE: FEDEPALMA. Programa De Biodiesel En Colombia Y Su Efecto En El Mercado Del Aceite De Palma. [En línea]. <http://www.fedepalma.org/document/2009/BioTop_Argentina.pdf> [citado el 20 de abril de 2009].

Tabla 15 Área Actual y potencial de palma

BIODIESEL*

Escenario mezcla	Consumo interno Biodiesel (t/año)	Excedente Aceite Exportación (t/año)	Área requerida para aumento mezcla (Ha)	Empleos Adicionales
B5	237.956	229.416	-	-
B9	436.789	-	-	-
B10	475.912	-	2.190	591
B20	951.824	-	124.218	33.539
B30	1.427.736	-	246.247	66.487
B40	1.903.648	-	368.276	99.434
B50	2.379.560	-	490.305	132.382

*Se supone constante consumo interno de aceite en 489.250 ton.

FUENTE: MINAGRIGULTURA. Los Biocombustibles En Colombia. [En línea]. <http://www.minagricultura.gov.co/archivos/biocombustibles_septiembre.pdf> [citado el 9 de abril de 2009]

Como se observa en las tablas anteriormente mencionadas el potencial que tiene la Industria de la palma en cuanto a generación de empleo radica en el número de hectáreas que se deben manejar para poder satisfacer la demanda de aceite para la producción de biodiesel.

7.1.4 Disponibilidad y uso de tierras

Para poder cumplir con las metas que se han propuesto el gobierno y los palmicultores en cuanto al aumento de la capacidad de producción de aceite, el país y más exactamente la zona centro cuenta con suficientes tierras, como se puede ver en la tabla No.16.

Tabla 16 Área Potencial de Palma

Zona	Área (has)
Norte	579.493
Central	693.103
Occidental	66.865
Oriental	1.933.821
Otras	226.718
TOTAL	3.500.000

FUENTE: MINAGRICULTURA. Política Nacional de Biocombustibles. [En línea]. <www.minagricultura.gov.co/.../biocombustibles_asamblea_bid_30_de_marzo_2009.ppt> [citado el 20 de abril de 2009]

Las tierras que se han sembrando en el país para cultivos de palma han venido creciendo aceleradamente en los últimos años (ver Tabla No. 17)

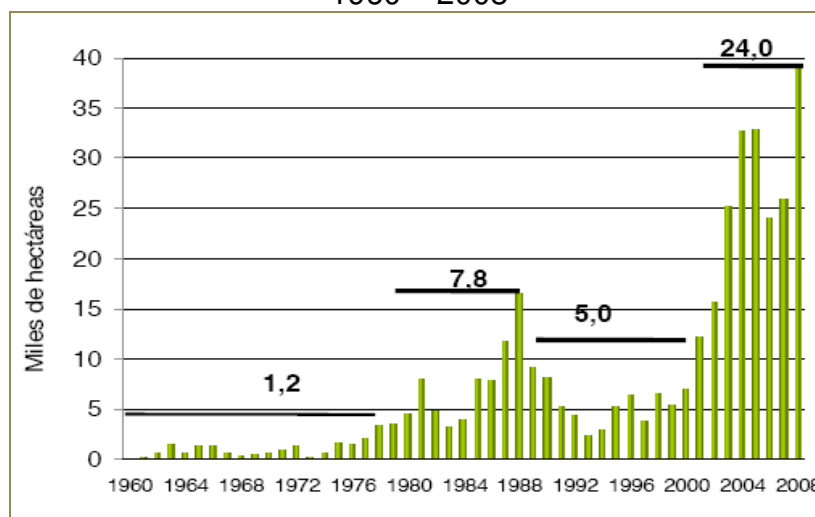
El incremento en los cultivos que se observa en los últimos años genera entonces unos excedentes que el país no consume y que con la producción del biodiesel generan un mayor valor agregado a un producto agrícola que hasta el momento se exporta casi todo crudo o sin refinar. La demanda necesaria para la producción de biodiesel se suple con estos excedentes sin afectar la cadena alimentaria. Las nuevas áreas de cultivo se destinarían parcialmente a biodiesel de exportación y si se aprueban normas ambientales que exijan mayores contenidos de biodiesel en las mezclas se tendría un equilibrio entre el aceite producido, el consumido con fines alimentarios, los excedentes de exportación y los destinados a biodiesel.

Tabla 17 Área en producción de palma de aceite en el mundo (En miles de hectáreas)

Pais	2000	2005	2008	2009	2010	2015	2020
Indonesia	2.465	2.790	3.030	3.320	3.690	4.110	4.540
Malasia	3.061	3.109	3.260	3.402	3.552	3.678	3.741
Tailandia	223	253	276	298	316	340	410
Nigeria	361	362	364	367	370	378	390
Costa de Marfil	137	138	140	152	160	167	168
Ecuador	100	129	154	176	190	198	203
Colombia	130	144	147	153	164	178	201
Papúa Nueva Guinea	75	79	83	85	88	92	96

FUENTE: FEDEPALMA. Estadísticas. [En línea]. <<http://www.fedepalma.org/estadisticas.htm>> [citado el 21 de abril de 2009]

Figura No. 28 Colombia Evolución del área sembrada con palma de aceite. 1960 – 2008



FUENTE: FEDEPALMA. Programa De Biodiesel En Colombia Y Su Efecto En El Mercado Del Aceite De Palma. [En línea]. <http://www.fedepalma.org/document/2009/BioTop_Argentina.pdf> [citado el 20 de abril de 2009].

Teniendo en cuenta el índice de generación de empleo de la industria, los planes gubernamentales para incentivar la producción de biocombustibles y el área potencial de siembra palma que tiene el país, se puede hacer un estimativo de cuantos serian los empleos que generaría la industria de la producción de biodiesel a partir de aceite de palma (ver tabla No.18)

Tabla 18 Empleo Actual y Potencial en Palma por Zonas

Zona	Área Sembrada (ha)	Área Potencial (ha)	Empleos hoy*	Empleos 20% Área Potencial	Empleos 50% Área Potencial	Empleos 100% Área Potencial
Central	91.234	693.103	24.633	37.428	93.569	187.138
Norte	111.744	579.493	30.171	31.293	78.232	156.463
Occidente	39.901	66.865	10.773	3.611	9.027	18.054
Oriental	121.464	1.933.821	32.795	104.426	261.066	522.132
Total	364.343	3.273.282 /1	98.373	176.757	441.893	883.786

FUENTE: MINAGRICULTURA. Política Nacional de Biocombustibles. [En línea]. <www.minagricultura.gov.co/.../biocombustibles_asamblea_bid_30_de_marzo_2009.ppt> [citado el 20 de abril de 2009]

Nota 1: El área potencial no incluye “otras áreas”.

Nota 2: El empleo se calcula con un índice de 0.27 empleos por ha. (Incluye empleo agrícola e industrial). Los empleos generados con el aumento del área, corresponden a empleos adicionales a los actuales.

7.1.5 Investigación y Desarrollo

La dinámica de la industria de la palma ha evolucionado favorablemente en los últimos años, impactando los indicadores de ciencia y tecnología como se ve de la tabla No.19 que reporta los proyectos financiados para la I+D en temas de biocombustibles por parte del Ministerio de Agricultura

Tabla 19 Investigación y Desarrollo Tecnológico 2005 – 2008 (Millones de Pesos)

Biocombustibles	No. Proyectos	Valor Proyecto	Aporte MADR
TOTAL	33	34.750	16.749

FUENTE: MINAGRICULTURA. Política Nacional de Biocombustibles. [En línea]. <www.minagricultura.gov.co/.../biocombustibles_asamblea_bid_30_de_marzo_2009.ppt> [citado el 20 de abril de 2009]

A continuación se enuncian las investigaciones más destacadas que se han realizado en el período de 2005-2008.

- ✓ Evaluación de variedades y áreas aptas para la producción de biocombustibles (higuerilla, jatropha, sachá inchi, yuca, sorgo dulce).
- ✓ Evaluación del desempeño energético y ambiental de etanol y biodiesel en motores.
- ✓ Mejoramiento procesos de producción de etanol y biodiesel, descontaminación de efluentes para obtener procesos ambientalmente benignos.
- ✓ Utilización de coproductos – glicerina para la alimentación animal, CO₂ para usos en industria química, vinazas para la fertilización y alimentación animal.
- ✓ Biocombustibles de II Generación (a partir de banano de rechazo, residuos de caña y algas).

Se debe destacar que para el 2009 el sector palmero liderado por Fedepalma ha decidido destinar la mayor parte de los recursos de la Cuota del Fondo de Fomento Palmero (FFP), para ser invertida en investigación e innovación tecnológica, a cargo de Cenipalma, para esto recibirá \$13.250 millones, cifra que garantiza un incremento del 8% con respecto a 2008, explicó Álvaro Silva Carreño, Gerente Técnico de Fedepalma⁷⁷.

Recientemente Colciencias y Ecopetrol hicieron pública una convocatoria para la financiación de proyectos en biocombustibles, la Convocatoria 490, que destina 5000 millones para investigación en cinco áreas estratégicas de biocombustibles⁷⁸.

⁷⁷ FEDEPALMA. Información Gremial: Se destinarán a investigación \$13.250 millones del Fondo de Fomento Palmero. En: Noticias Fedepalma, Bogotá (11 de marzo de 2009): En línea <<http://www.fedepalma.org/cgi-bin/noticia.pl?id=596>> [citado 11 de Abril 2009].

⁷⁸ COLCIENCIAS. Procesos de Convocatoria [en línea] <http://www.colciencias.gov.co/portacol/kernel/usuario_externo_convocatoria/detalle_proceso.jsp?id_proceso=490> [citado el 31 de julio de 2009].

7.2 Efectos de tipo ambiental a la agroindustria palmera

El aceite de palma es una materia prima estratégica en el sector de grasas y aceites y en el de biocombustibles puesto que es el aceite vegetal más comercializado y consumido en el mundo, como producto alimenticio, industrial y energético. Los países exportadores están ubicados todos en zonas tropicales.

Las plantaciones de palma causan numerosos impactos ambientales, sobre la biodiversidad, y sobre las poblaciones locales y la economía nacional. Por ejemplo, Indonesia y Malasia tienen los mayores índices de deforestación a nivel mundial (en Indonesia, 2 millones de hectáreas de bosques desaparecen cada año), y la expansión de las plantaciones de palma es una de las principales causas. Además, este monocultivo industrial requiere grandes cantidades de agroquímicos – fertilizantes y pesticidas - que tienen efectos de largo plazo en los acuíferos y en el equilibrio de los ecosistemas afectando la biodiversidad⁷⁹.

Lo anterior trae consigo una serie de consecuencias negativas producidas por los cultivos de aceite de palma, siendo estos una realidad no sólo en Colombia, sino en países que poseen áreas sembradas de dicho cultivo. Por esta razón Fedepalma suscribió el acta de compromiso y es miembro pleno del RSOP, Round of Sustainability of Palm Oil, que establece una serie de acciones mandatorias que la industria de la palma debe cumplir para garantizar la sostenibilidad integral de la industria

Dentro de los efectos ambientales que posee la agroindustria palmera se pueden clasificar en dos clases, los efectos negativos y los efectos positivos, a continuación se hará una breve descripción de cada uno:

⁷⁹ AMIGOS DE LA TIERRA. Aceite De Palma: Usos, Origenes E Impactos. [En línea]. <http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/Aceite_de_Palma.pdf> [citado 1 de Mayo 2009].

7.2.1 Efectos negativos

Dentro de los efectos ambientales causados por el aceite de palma se pueden nombrar la deforestación de bosques tropicales, cambios climáticos y aumento del uso de agroquímicos, lo anterior se hace más representativo en las plantaciones del cultivo. Para los otros eslabones de la cadena los impactos ambientales se presentan sobre la calidad de las aguas por la liberación de efluentes líquidos que requieren de tratamientos especiales antes de ser vertidos a los ríos, y el otro impacto de suma importancia consiste en las emisiones gaseosas a la atmósfera en las plantas extractoras.

♣ **Deforestación de bosques tropicales:** Una de las mayores amenazas para la vida del hombre en la tierra es la deforestación, los monocultivos sustituyen bosques tropicales u otros ecosistemas, lo cual provoca una grave deforestación, que trae consecuencias como la pérdida de biodiversidad, inundaciones, el agravamiento de las sequías, la erosión de suelos, la consiguiente contaminación de los cursos de agua y la aparición de plagas por la ruptura del equilibrio ecológico y cambios en las cadenas alimentarias; La degradación de los bosques disminuye sus funciones en materia climática y su desaparición afecta a la humanidad en su conjunto.

♣ **Uso de agroquímicos:** Las plantaciones de palma de aceite utilizan grandes cantidades de agroquímicos (fungicidas, herbicidas, plaguicidas), debido a que no es un cultivo autóctono, este se ve sometido a muchas plagas y enfermedades.

♣ **Calidad del agua:** El manejo inadecuado de los subproductos y efluentes líquidos, en las fibras y en las tusas de las plantas extractoras de aceites están ocasionando serios problemas de contaminación, aumentando la demanda biológica de oxígeno en las fuentes de agua. Al igual sucede en las plantaciones de cultivo debido al gran uso de fertilizantes químicos los cuales contaminan fuentes de agua ya sea directa e indirectamente.

♣ **Emisiones Atmosféricas:** Existen dos clases de emisiones a la atmosfera: Gases de combustión y material particulado. La combustión que genera la industria palmera en sus plantas de beneficio son causantes de una alta emisión contaminante compuesta por monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), compuestos nitrogenados, cenizas y material particulado.

7.2.2 Efectos positivos

Así como se mencionó anteriormente algunos de los efectos negativos de la cadena de aceite de palma, cabe mencionar que en este último decenio se ha identificado avances significativos en la gestión y desempeño ambiental que ha realizado el sector palmicultor en Colombia. Se observa que dicho sector posee una actitud proactiva ante los desafíos ambientales, lo anterior se puede evidenciar en la creación y rápido desarrollo que ha tenido CENIPALMA⁸⁰ y en el creciente establecimiento de una unidad especializada en gestión ambiental en FEDEPALMA⁸¹.

Los efectos ambientales negativos se producen sobre todo cuando el cultivo de palma reemplaza bosque natural; pero sus efectos son positivos cuando la comparación se hace con otros sistemas de cultivos transitorios, con pasturas e, incluso, con bosques secundarios. En Colombia no se ha sembrado palma en tierras que hayan sido asimiladas a bosques naturales. Cuando existe un buen manejo del cultivo, sin quemas y con incorporación de materiales orgánicos al suelo, el cultivo de Palma presenta una acción benéfica al medio ambiente por mayor protección del

⁸⁰ CENIPALMA: El Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) es una corporación privada sin ánimo de lucro constituida por los afiliados de Fedepalma. Se creó en 1990 como entidad especializada en generar, adaptar y transferir tecnología relacionada con el cultivo de palma de aceite, el procesamiento de su fruto y el consumo de los productos derivados del mismo, con el propósito de dar solución a los problemas tecnológicos actuales y potenciales que puedan representar un riesgo para las empresas cultivadoras en Colombia.

⁸¹ FEDEPALMA: La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) fue fundada en 1962, con el objetivo de agremiar a los palmicultores y representar los intereses del sector ante el Gobierno y la sociedad.

suelo, captura de oxígeno y fijación de CO₂. Algunos ejemplos en Colombia son muestra de recuperación de suelos utilizados por cultivos de arroz o algodón como es el caso de la zona de influencia de Sabana de Torres donde se han recuperado con siembra de palma miles de hectáreas de suelos agotados.

En Colombia entonces la tala de bosques naturales para el establecimiento de plantaciones de palma aceitera ha sido sustantivamente menor en comparación con países donde hay un alto índice de deforestación como Malasia, Indonesia y Ecuador. En efecto, sobre la utilización anterior de las áreas de las fincas hoy plantadas en palma, la mayoría estaban dedicadas a la ganadería o a la agricultura. La mayor parte de la transformación de los ecosistemas naturales, principalmente boscosos, tuvieron lugar en los años de 1980, tendencia que según Cenipalma, se ha corregido.

Como tecnologías limpias implementadas en el sector palmicultor se encuentra el manejo integrado de plagas con la consiguiente disminución en el uso de pesticidas. Además de otros como el caso del control biológico de plagas el cual incluye el uso de escarabajos, aves y hongos para eliminar los patógenos comunes de la palma de aceite, otro caso a destacar están los procesos de fortalecimiento de los agroecosistemas, mediante diversas prácticas (la plantación de especies, especialmente leguminosas rastreras, con el fin de desplazar malezas y brindar protección al suelo; la incorporación de plantas arvenses⁸² nectaríferas,). Todos estos logros alcanzados en la agroindustria palmera han sido gracias a las investigaciones que Cenipalma ha venido ejecutando.

Respecto a la contaminación del agua, se ha venido evidenciando un gran progreso al respecto. En el año de 1992 solamente tres plantas extractoras del país contaban con una planta de tratamiento de aguas. Pero hoy prácticamente el 100% de estas unidades productivas tratan las aguas de forma adecuada. Es decir

⁸² Arvenses: Las Arvenses son especies vegetales que conviven con los cultivos

en veinte años, la contaminación del agua pasó de ser el problema ambiental más importante del sector, a ser un asunto prácticamente irrelevante.

Es de suma importancia mencionar que las actividades productivas del sector palmero se rigen a través de los principios del desarrollo sostenible aprobados por Naciones Unidas en la Cumbre Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro en 1992 y en 1997 con el Protocolo de Kyoto, de la cual Colombia forma parte por medio de los lineamientos establecidos en la Constitución Nacional de 1991, en las Leyes 164 de 1994 y 620 de 2000 respectivamente, y las demás normas que orientan y regulan la gestión ambiental en todo el territorio colombiano.

Fedepalma desde 2001 viene considerando la aplicación del MDL⁸³ en cual es un programa de incentivos económicos establecidos por las Naciones Unidas. Actualmente el proyecto sombrilla MDL fue aprobado el 25 de mayo de 2009, con el que ingresa a formar parte de las acciones mundiales a favor del medio ambiente. En dicho proyecto participan 32 empresas que representan el 81% de la producción colombiana de aceite de palma, que se unen para mitigar el efecto de gases de invernadero contribuyendo a la reducción de emisiones a escala mundial. Este proyecto está concebido estratégicamente para:

- Participar con fortaleza a nivel internacional en la oferta del servicio de reducción de emisiones de GEI⁸⁴.
- Lograr un valor mayor en el mercado por los CER⁸⁵ emitidos por Naciones Unidas.
- Mostrar a la opinión pública en general que el sector palmero en Colombia avanza satisfactoriamente en el proceso de consolidar su gestión ambiental

⁸³ MDL: Mecanismos de desarrollo limpio. Es un programa de incentivos económicos establecido por Naciones Unidas.

⁸⁴ GEI: Gases de Efecto de Invernadero.

⁸⁵ CER: Certificados de Reducción de Emisiones.

para crear confianza entre los interesados, que todas sus actividades son compatibles y amigables con el medio ambiente y los recursos naturales renovables del entorno y que está haciendo aportes significativos al desarrollo sostenible del país⁸⁶.

Fedepalma además del proyecto sombrilla MDL se ha comprometido con la implementación de un conjunto de Principios y Criterios (P&C) formulados por la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible, RSPO⁸⁷ por su sigla en inglés, lo anterior también cuenta con el apoyo de Cenipalma con el respaldo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

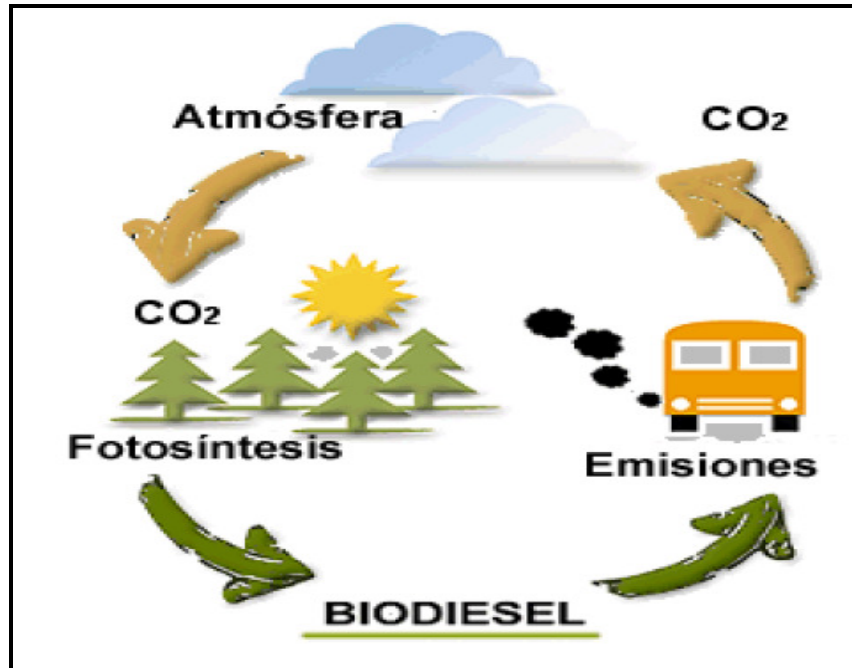
7.2.3 Biodiesel Ambientalmente Amigable

El biodiesel es un combustible amigable con el ambiente, ya que el ciclo de generación y asimilación del CO₂ se considera neutro como se ilustra en la figura No. 29. Su principal materia prima son los aceites vegetales uno los cuales es el aceite de palma, proveniente del cultivo de la palma de aceite, que es permanente y que se da en zonas tropicales. Es un combustible renovable que no contiene azufre y es utilizado generalmente en camiones, buses y tractores, y en vehículos con motores diesel así como en plantas de generación de energía eléctrica que funcionen con diesel.

⁸⁶ MAZAMORRA V. Miguel Ángel. Programa de Medio Ambiente e Infraestructura de Fedepalma. Marzo 2007. [En Línea]. <<http://www.slideshare.net/luisfernandolopez/plantas-de-aceite>> [Citado en 4 de Mayo de 2009]

⁸⁷ RSPO: La RSPO es una Iniciativa mundial que se estableció formalmente bajo el artículo 60 del Código Civil Suizo, en abril de 2004. Esta organización, sin ánimo de lucro, tiene representantes de los más importantes participantes en la cadena del suministro de aceite de palma: cultivadores, procesadores, comercializadores, fabricantes de productos de consumo, distribuidores, bancos, inversionistas y organizaciones no gubernamentales defensoras del medio ambiente, conservación de la naturaleza y desarrollo social.

Figura No. 29. Ciclo ambiental del Biodiesel

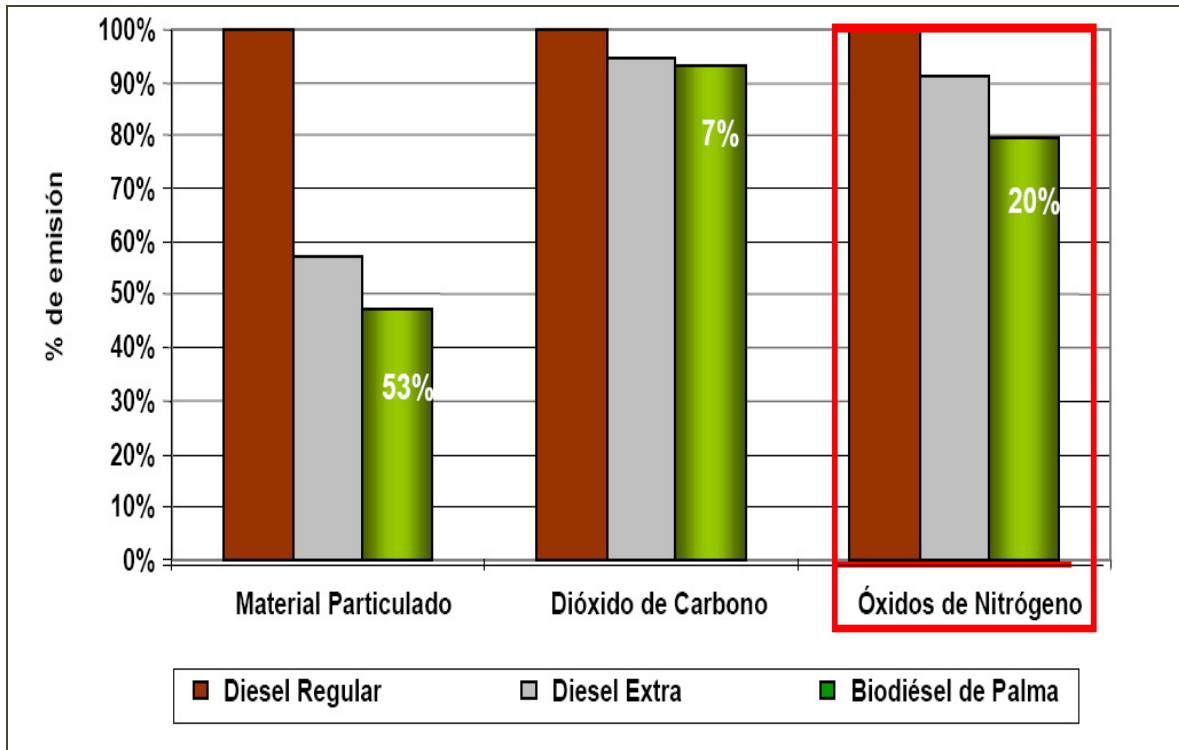


FUENTE: NEXTFUEL. Historia de los biocombustibles. [En línea]. <http://www.biodiesel.com.ar/?page_id=12> [citado el 20 de abril de 2009]

El Biodiesel por ser un biocombustible renovable y biodegradable, produce menores emisiones al medio ambiente que aquellas que producen los combustibles fósiles, y contribuye a la disminución del CO₂ y del material particulado mitigando los efectos del cambio climático como se observa en la figura No. 30.

En año 2001, se expidió la ley 693, que está articulada a la ley 939 de 2004, con lo que se abrió el camino a la producción de biocombustibles. La ley 939 de 2004, estimula la producción y comercialización de biodiesel de origen vegetal o animal para uso en Motores diesel.

Figura No. 30 Comparación de las emisiones de los combustibles puros



FUENTE: FEDEPALMA. El sector palmero y los biocombustibles en Colombia – Realidades y Perspectivas. [En línea]. <<http://www.foronacionalambiental.org.co/libreria/pdf/FedepalmaJensMesa.pdf>> [citado el 22 de abril de 2009]

8. TENDENCIAS TECNOLOGICAS DEL ETANOL BRASILEÑO APLICABLES A LA INDUSTRIA DE BIODIESEL EN COLOMBIANA

Desde comienzos del siglo XX, Brasil ha utilizado el alcohol extraído de la caña de azúcar con fines energéticos. En 1931, el etanol de la caña de azúcar comenzó a ser oficialmente mezclado con gasolina. Pero fue, hasta el año de 1975 cuando este tema adquiere importancia, con el lanzamiento del Programa Nacional de Alcohol (Proalcool) cuyo objetivo era la sustitución total de combustibles de origen fósil. La alternativa propuesta era el bioetanol proveniente de la melaza de la caña de azúcar.

Las causas que motivaron esta decisión en el Brasil tienen que ver en primer lugar con la total dependencia que ese país tenía de los recursos fósiles en momentos en que se desató la crisis energética por los altos precios del petróleo en 1973. Brasil tenía muy buenas experiencias con el cultivo de la caña de azúcar y contaba con una infraestructura industrial representada en un considerable número de destilerías en funcionamiento. La estrategia escogida fue coordinada por medio de un grupo de trabajo que reunió al gobierno, instituciones de investigación, industria automotriz y las refinerías para discutir las características del producto y los objetivos del programa, dando así nacimiento a lo que hoy se conoce como PROALCOOL bajo el Decreto N°76593 el 25 de noviembre de 1975.

Esta nueva industria permitió que en el lapso de tres décadas se generaran casi un millón de puestos de trabajo, repartidos en más de 700 destilerías, en instalaciones complementarias, en redes de transporte y fabricación de motores específicos para estos combustibles, entre otros. Hoy, sin excepción, todos los vehículos que circulan en Brasil, usan gasolina mezclada con un promedio de 25% de etanol producido en sus propias destilerías. Adicionalmente desde finales del

2003, circulan en Brasil 200 mil autos Flex-Fuel⁸⁸, desarrollo tecnológico del Brasil, y que pueden utilizar indistintamente gasolina, alcohol o cualquier mezcla de esos dos combustibles y alrededor de 4 millones de automóviles brasileños se mueven con etanol al 95%⁸⁹.

El efecto económico, tecnológico y de autosuficiencia energética para un país en desarrollo como Brasil fue enorme. Brasil hoy forma parte de las naciones con altos ritmos de crecimiento y con enormes posibilidades de incorporarse a las llamadas potencias del primer mundo. Un papel destacado en este fortalecimiento tuvo que ver la política de apoyo a los a biocombustibles y en especial al bioetanol.

En Colombia el tema de los biocombustibles se apoya por la iniciativa del Gobierno Nacional de impulsar una Ley que estimule la producción, comercialización y consumo de combustibles líquidos o gaseosos obtenidos a partir de materia prima biológica y ante el anunciado déficit de petróleo en los próximos años.

El país entró en la era de los biocombustibles por la vía del bioetanol mediante la Ley 693 de septiembre 19 de 2001, que establece el uso de etanol carburante en las mezclas con gasolina hasta un 10%, y la ley 939 de 2004, que busca estimular la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en motores diesel. Estas medidas apoyan la política de autosuficiencia energética y actúan como dinamizadores de la producción agropecuaria y del empleo productivo, tanto agrícola como industrial⁹⁰.

⁸⁸ Flex-Fuel: Vehículos lanzados en Brasil en el 2003 que permiten el suministro de alcohol y gasolina, juntos o por separado, con cualquier porcentaje de mezcla.

⁸⁹ HIGUERA C, Oscar F; TRISTANCHO R, Jose Luis y FLOREZ G, Luis C. Biocombustibles y su aplicación en Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. Mayo de 2007. [En línea]. <<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/83310171-175.pdf>> [citado 18 de Mayo 2009].

⁹⁰ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Estrategia De Desarrollo De Biocombustibles: Implicaciones Para El Sector Agropecuario. [En línea].

Además, la producción de biocombustibles a partir de aceites vegetales se encuentra entre los principales medios para mitigar el efecto de los gases de invernadero y combatir el cambio climático, propósito internacional adoptado por un importante grupo de países a través del Protocolo de Kyoto, que contempla ventajas y ayudas financieras de la comunidad internacional para los países y entidades que lo implementen. Este protocolo forma parte de la legislación colombiana en virtud de la Ley 629 de 2000.

Es claro que Colombia frente a Brasil lleva una diferencia de treinta años en temas de los biocombustibles y es muy interesante observar la forma en que ocurrió la evolución de la tecnología de producción y uso del etanol en Brasil, incluso porque muchos países entre ellos, Colombia están iniciando procesos en ese sentido y en el caso del biodiesel se puede aspirar a ser líderes en la producción y en su consumo.

La producción y el uso del etanol en Brasil son actualmente el mejor ejemplo (en el mundo) de la introducción de energía renovable en gran escala de producción. Partiendo de la producción establecida de azúcar, un proceso completo de integración agroindustrial fue realizado, lográndose implementar esquemas con gran flexibilidad, las pérdidas de proceso fueron reducidas y hubo mejoría en la calidad del azúcar. Ese proceso exigió un amplio desarrollo tecnológico (generación, importación, adaptación y transferencia de tecnologías) en la producción (agrícola e industrial), en la logística y en los usos finales, durante los últimos treinta años. También fue importante la elaboración de una legislación específica, subsidios iniciales y permanente negociación entre los principales sectores involucrados como los productores de etanol, los fabricantes de

<<http://www.minagricultura.gov.co/archivos/biocombustibles.pdf>> [citado 18 de Mayo 2009]

vehículos, los sectores reguladores gubernamentales y la industria del petróleo, en un largo proceso de aprendizaje⁹¹.

Es por esto que cabe mencionar los avances tecnológicos del etanol brasileño los cuales a pesar de que su producto final sea el bioetanol, diferente al biodiesel, se encuentran tendencias tecnológicas que Brasil ha trabajado por más de tres décadas, que la industria colombiana de biocombustibles puede tomar y asimilar para reducir los tiempos de investigación y desarrollo así como de implementación de políticas y las formas de incentivar su uso reforzando la capacidad tecnológica nacional

Dentro de los avances que se destacan del etanol brasileño durante estos treinta años, y que para la industria palmera colombiana son asimilables, se encuentran:

BRASIL (ETANOL)

- ★ Desarrollo de mejoramiento genético de la caña impulsado por los programas del CTC-Copersucar⁹² y del Planalsucar⁹³.
- ★ Aumento de la producción de energía eléctrica en la industria (autosuficiencia).
- ★ Controles biológicos en la producción de la caña.
- ★ Optimización del corte, carga y transporte de la caña.
- ★ Mecanización de la cosecha.
- ★ Avances en automatización industrial.
- ★ Uso final: especificaciones del etanol; motores E-100; transporte, mezcla y almacenamiento del alcohol.

⁹¹ MACEDO, Isaias C. Situación actual y perspectivas del etanol. [En línea] <http://www.mre.gov.br/dc/espanol/temas/Biocombustiveis_05esp-situacaoatualetanol.pdf> [citado 18 de Mayo 2009]

⁹² COPERSUCAR: Empresa brasileña productora de azúcar y alcohol.

⁹³ PLANALSUCAR: Programa Nacional de Mejoramiento de Caña de Azúcar

En Colombia se encuentran bastantes semejanzas con los desarrollos anteriormente mencionados de la industria brasileña, los cuales serán explicados a continuación:

★ Los desarrollos de mejoramiento genético para la industria palmera colombiana ha sido trabajada por Cenipalma en conjunto con Corpoica destacando como desarrollo la Tenera CORPOICA El Mira ®, resultado de más de 30 años de investigación; es un híbrido intervarietal que se obtiene mediante el cruzamiento artificial controlado entre palmas de la variedad Dura (usadas como madres) con polen de palmas de la variedad Pisífera (usadas como padres). Es un material genético mejorado correspondiente a un híbrido interorigen (asiático x africano), obtenido y producido bajo las condiciones agroecológicas de la Estación Experimental El Mira, localizada en Tumaco, Nariño. TENERÁ CORPOICA MIRA® es una alternativa para los palmicultores colombianos y para países tropicales con condiciones agroecológicas similares.

★ Otra tendencia de la industria brasileña es la producción de energía eléctrica, que en la industria palmera colombiana se ha venido desarrollando, muestra de ello son las propuestas que se han hecho para la conversión de los residuos de las plantas extractoras en productos con valor agregado, como carbón activado, compost y otros. Como solución está la utilización de estos productos como fuentes de energía renovable para procesos que demanden calor y/o electricidad. El esquema para utilizar los desechos de las plantas extractoras como fuentes de energía renovables es:

* **Cogeneración:** La cogeneración es la operación que aumenta la eficiencia en cualquier proyecto energético, debido a que involucra la generación simultánea de energía térmica y energía eléctrica en una misma instalación. En un esquema de cogeneración la planta extractora de aceite de palma, suministra el combustible a una planta de cogeneración en la forma de los diferentes desechos provenientes de la biomasa residual;

posteriormente la planta de cogeneración suministrará a la planta extractora la energía necesaria para su operación en cualquier forma (térmica o eléctrica). Actualmente las refinerías compran residuos a las plantas extractoras y hacen esta misma operación. Las plantas extractoras del Magdalena Medio han implementado algunos de los ciclos de cogeneración y en algunos casos generan su propia energía eléctrica.

★ La industria palmera colombiana en conjunto con Cenipalma y Corpoica han generado tecnologías para el control de plagas, con base en un conocimiento profundo de la biología, la ecología y la dinámica de los agroecosistemas. En este marco y bajo los conceptos del desarrollo agrícola sostenible, el control biológico adquiere la máxima relevancia como componente fundamental de cualquier estrategia de control de plagas.

★ Respecto al corte, carga y transporte del fruto de la palma aceitera los avances tecnológicos han sido mínimos por parte de Colombia, aunque cabe mencionar que Malasia, el cual es referente para Colombia en temas de la agroindustria, ha realizado algunos avances para el mejoramiento de estas tareas que son propias del cultivo. Se resalta que las características propias del cultivo y corte de la palma dificultan el proceso para su mecanización.

★ Los avances en automatización industrial se han venido generando en las plantas extractoras, refinerías y plantas de biodiesel, siendo estos desarrollos generados por otros países pero implementados con éxito en la industria palmera, no obstante cabe destacar que el eslabón de la refinería ha generado en ciertas etapas de sus procesos automatización total y parcial basados en diseños de ingeniería colombiana.

★ El uso final que ha tenido el aceite crudo de palma se ha diversificado en nuevos productos, un caso es la producción de biodiesel, el cual por sus características químicas de ester de un alcohol posee propiedades muy valiosas

en la industria de la oleoquímica o sea la transformación por vía química de los derivados de las grasas y los aceites. En particular el metil ester o biodiesel es materia prima para la producción de esteres sulfonados, compuestos que están llamados a sustituir los componentes activos de los detergentes y jabones en polvo que actualmente se obtienen a partir de derivados del petróleo.

De lo mencionado anteriormente, cabe resaltar que uno de los factores que impulsa el desarrollo tecnológico en la industria de los biocombustibles son las políticas que los diferentes gobiernos llevan a cabo, en forma sostenida y persistente por décadas. Brasil es un ejemplo de ello, como se explicó anteriormente cuando creó PROALCOOL, para reducir la dependencia del país respecto a las importaciones de petróleo y dentro de sus objetivos estaban:

- ♦ Introducir en el mercado la mezcla de la gasolina / alcohol
- ♦ Fomentar el desarrollo de plataformas de vehículo movido exclusivamente al alcohol.

Una relación cronológica de estas acciones permite obtener una visión global de este cambio logrado en Brasil

♦ **Cronología del desarrollo tecnológico del alcohol en Brasil**

1975: Se lanza programa Proálcool.

1989: Brasil se convierte en el primer país en prohibir el aditivo tetraetilo de plomo⁹⁴ en la gasolina.

1993: Ley N^o 8723 establece la gama de la mezcla de alcohol anhidro a la gasolina hasta porcentajes de 20 a 25%.

⁹⁴ TETRAETILO DE PLOMO: Es un componente de química organometálica tóxico usado en la extinta gasolina con plomo súper de 97 octanos y Normal de 92 octanos como aditivo antidetonante.

2000: Decreto N^o 3546 establece el Consejo Interministerial de Azúcar y Alcohol

2003: Lanzamiento de vehículos con tecnología de Flex-Fuel., que utiliza cualquier mezcla de alcohol y gasolina

2006: Carta de intención firmada con el gobierno norteamericano sobre cooperación en la investigación, desarrollo y comercialización del bioetanol.

Aunque Brasil ha establecido diversos incentivos para la producción de alcohol carburante desde que empezó su política para el uso del mismo, se debe aclarar que ellos han tenido una evolución caracterizada por los siguientes hechos:

- Precio de venta de alcohol inferior a la gasolina.
- Remuneración garantizada al productor.
- Reducción de impuestos para los automóviles que usen el alcohol anhidro.
- Financiación a los productores para aumentar la capacidad de producción.
- Mantenimiento de reservas estratégicas de alcohol.

De los anteriores incentivos, solo la reducción de impuestos para los coches para el alcohol anhidro es el que se mantiene hasta hoy, los demás se han ido eliminando, hecho que demuestra el grado de madurez que tiene hoy en día esta industria.

Se puede ver que dentro de las estrategias que Colombia ha implementado para incentivar la producción de biodiesel, se encuentran semejanzas con las desarrolladas en Brasil hace más de tres décadas. Un ejemplo de esto es la creación en Colombia de la Federación Nacional de Biocombustibles que busca fortalecer e impulsar proyectos encaminados a la producción de biocombustibles; lo mismo ocurrió en Brasil en 1975 con la creación de PROALCOOL que buscaba lo mismo, solo que con el alcohol carburante.

Otra semejanza que se puede encontrar es que Colombia expidió dos leyes siendo estas: la ley 693 de 2001, por la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes, se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo y la ley 939 de 2004, que busca estimular la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en motores diesel. En Brasil ocurrió lo mismo con la ley N ° 8723.

Colombia en estos momentos establece incentivos para aumentar y fomentar la producción de Biodiesel, dichos incentivos se mostraron en el capítulo 7.1.1, este hecho se vio en Brasil hace varios años cuando el interés primordial era aumentar y mejorar la producción y a medida que la industria iba creciendo y madurando, dichos incentivos se fueron eliminando. Este proceso que en Brasil lleva más de 30 años en Colombia está despegando.

Para Colombia es claro que llegar a los niveles tecnológicos y de calidad que tiene la industria de Brasil en la producción de Biocombustibles, requiere de un proceso de aprendizaje que debe ser liderado por el gobierno al promover e incentivar proyectos que mejoren las condiciones de todos los actores que hacen parte de la industria, en especial la Agroindustria palmera.

CONCLUSIONES

- * El presente estudio realizado por medio de encuestas y entrevistas a los diferentes actores responsables de cada eslabón de la cadena productiva de aceite de palma en el Magdalena Medio permitió identificar los principales factores tecnológicos generando así un perfil tecnológico para cada eslabón, el cual podrá ser utilizado como material guía para la elaboración de estudios futuros relacionados con los diferentes eslabones de la agroindustria palmera.
- * La integración que hay entre los diferentes eslabones de la cadena se debe a que existen diferentes actividades que permiten el intercambio de experiencias y generación de estrategias que buscan un mejoramiento continuo, ejemplo de ello son los comités regionales dirigidos por CENIPALMA en los cuales hacen presencia representantes de las plantas extractoras e ingenieros agrónomos del sector.
- * Con base en los resultados obtenidos en las encuestas se evidencia que en el eslabon de cultivo el nivel de tecnología con que se opera en la región en términos de mecanización es bajo, este hecho se corrobora con las respuestas del 100% de los encuestados que manifiestan utilizar métodos manuales para la recolección de fruto y animales de carga para el transporte dentro de las plantaciones.
- * El eslabón de extracción desde el punto de vista tecnológico utiliza tecnologías desarrolladas hace más de veinte años, pero se han logrado mejoras en el aumento de la productividad y disminución de costos de operación, esto se ve reflejado en el aumento de los rendimientos promedios de la zona central que en el 2007 eran de 4.6 ton/ha y en el 2008 5 ton/ha, presentando un incremento del 9%.

* La única industria de refinación que hay en la región ha diseñado un programa de capacitación *in situ*, por no contar el país con una entidad que brinde estos servicios en temas relacionados con la refinación de aceites y grasas.

* La única planta de biodiesel del Magdalena Medio se caracteriza por producir biodiesel de aceite de palma crudo, convirtiéndola así en un referente a nivel mundial para la industria de los biocombustibles en especial el biodiesel.

* Los esfuerzos que viene desarrollando el sector palmero para consolidar su gestión ambiental empiezan a ser reconocidos a nivel internacional con la reciente aprobación del proyecto sombrilla MDL, el cual genera confianza entre los participantes. Esto se evidencia en la generación de 757.067 CER (Certificado de Emisiones Reducidas) durante los próximos 21 años.

* Analizada la cronología de los instrumentos de política fiscales, financieros y estatales que ha utilizado Brasil en los últimos treinta años para la introducción de un biocombustible en su estructura energética, ha servido para mejorar las condiciones de los actores que hacen parte de dicha industria, por esta razón es importante ver cómo puede replicar y asimilar dichas propuestas y estrategias para el caso colombiano en su implementación de un programa nacional de biocombustibles.

* Dentro de las tendencias tecnológicas a resaltar de la industria brasileña está la producción de energía eléctrica a partir de los desechos, que en la industria palmera colombiana se está empezando a implementar, muestra de ello son los proyectos para la conversión de los residuos de las plantas extractoras en productos con valor agregado, bajo el esquema de la cogeneración y poder vender sus excedentes de energía.

* En forma parecida a como Malasia líder a nivel mundial en producción y extracción de aceite de palma apoya a su industria con el fortalecimiento de un

centro de investigación, Colombia también creó hace más de dos décadas un centro de investigaciones “CENIPALMA”, el cual posee importantes desarrollos tecnológicos en temas fitosanitarios como control de enfermedades de la palma aceitera.

RECOMENDACIONES

- Seguir generando estrategias que busquen garantizar (medio ambiente, calidad de vida, etc) a través de alianzas entre empresas petroleras, corporaciones de biotecnología, empresas automotoras, sectores agrícola y el gobierno.

- Seguir promoviendo el desarrollo y uso de los biocombustibles líquidos y la agroenergía a gran escala ya que son amigables con el medio ambiente.

- Los nuevos proyectos relacionados con la agroindustria palmera se realicen o ejecuten bajo un estudio detallado, para verificar los impactos ambientales que pueden causar.

- Desarrollar estudios que permitan identificar alternativas tecnológicas en las diferentes actividades de cada eslabón, mediante estudio de costos y tiempos, generando un proceso de tomas de decisiones acertadas para la adquisición de nuevas tecnologías o implementación de métodos de producción, en cada eslabón de la agroindustria palmera.

EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

OBJETIVO	LOGRO	CAPÍTULO
<p>Elaborar un diagnóstico en cada uno de los eslabones de la cadena productiva de la palma de aceite, desde el punto de vista tecnológico y de operación, por medio de la recolección de información de fuentes primarias y secundarias.</p>	<p>Se realizó un diagnóstico detallado de los procesos en cada uno de los eslabones de la cadena productiva del aceite de palma, identificando a su vez las diferentes tecnologías de producción aplicables.</p>	<p>Capitulo 4 y 5</p>
<p>Definir los perfiles tecnológicos que posee cada uno de los eslabones de la cadena, basados en la información obtenida del diagnóstico, que permitan crear fortalezas en el uso de tecnologías y tomar decisiones más acertadas y eficientes.</p>	<p>Se definieron los perfiles tecnológicos para cada uno de los eslabones de la agroindustria palmera, basados en información suministrada por los capítulos 4 y 5, además del inventario tecnológico que se realizó a cada uno de los eslabones, mediante entrevistas realizadas a los actores involucrados.</p>	<p>Capitulo 6</p>
<p>Identificar los efectos de tipo económico y ambiental, en la cadena y en otros sectores relacionados con el biodiesel, como consecuencia del aumento de la demanda del aceite de palma y la creciente correlación que ha venido surgiendo entre el sector agrícola y el energético, por la búsqueda de fuentes de energía alternativas</p>	<p>Se identificaron los efectos de tipo económico y ambiental de la cadena productiva del aceite de palma, todo ellos causados por la creciente demanda para producir Biodiesel a partir de la palma aceitera.</p>	<p>Capitulo 7</p>
<p>Identificar desarrollos tecnológicos de la cadena productiva del etanol brasilero que puedan ser implementados en el sector de la palma de aceite colombiana.</p>	<p>Se identificaron tendencias tecnológicas de la industrial brasileña para el desarrollo de etanol, que han permitido a la Industria de biodiesel colombiana tener desarrollos significativos.</p>	<p>Capitulo 8</p>

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ Q, Bibiana y MANTILLA M, Norman. Evaluación tecnológica del subsector del dulce procesado en Bucaramanga y su área metropolitana. [Trabajo de grado] Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; 2003. 265H.
- ARNOLD Pacey (1983). The Culture of Technology. Cambridge, MA: MIT Press. Traducción de R. Ríos (1990): La cultura de la Tecnología. México D.F.: F.C.E.
- CALA, Germán y BERNAL, Guillermo. Procesos Modernos de extracción de aceite de palma: Evolución de extracción de aceite de palma. Bogotá: Fedepalma. 2008. 155. P
- GONZALEZ C, Rosa Y HERRERA C, Jorge. Evaluación tecnológica de la agroindustria de la palma africana o palma de aceite en Santander. [Trabajo de grado] Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; 1999. 162H.
- HIDALGO Nuchera, Antonio. La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial. Revista Económica industrial. No. 330 de 1999.
- ICONTEC. Tesis y otros trabajos de grado. Bogotá, Instituto Colombiano de Normas Técnicas Y Certificación, 2002 (quinta actualización)
- LAMOUREUX J. Diseño Conceptual De Una Planta De Biodiesel. [Trabajo de grado] Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y

matemáticas, Departamento de ingeniería mecánica; 2007. 157p. [en línea]. http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2007/herve_j/sources/herve_j.pdf

- LEÓN Q, Armando. GRANADOS, José f. Identificación de palmas con racimos a cosechar: una estrategia para incrementar la productividad de la agroindustria de la palma de aceite p. 476-481, tpls,graf. 3 ref. Tomo II. Contiene resumen en español e inglés Palmas (Colombia) v.25, n. Especial, 2004.

- LÓPEZ M, Juan y MANTILLA M, Carlos. Análisis Comparativo De Tecnologías En El Proceso De Extracción De Aceite De Palma En Las Regiones De Santander Y Sur Del Cesar. [Trabajo de grado] Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingenierías Eléctrica y Electrónica y Facultad de Ingeniería Química; 2006. 161H.

- MALHOTRA, Naresh K. "Investigación de Mercados – Un enfoque práctico". México, 1997, Segunda Edición, 395.p

- MANTILLA BARRERA, Christian. Procesamiento de aceites y grasas comestibles. En: DIPLOMADO OLEOQUIMICA. (2009: Bucaramanga). Memorias del diplomado en oleoquímica. Bucaramanga: Christian Mantilla, 2009 106p.

- MÁRQUEZ O, Johanna Y RICO R, Sergio Henry. Propuesta de un sistema de vigilancia tecnológica para El instituto colombiano del petróleo – ICP. [Trabajo de grado] Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela De Ingeniería de Sistemas e Informática; 2008. 163 p. disponible en el catalogo en línea e la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander: <<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb>>

- MICHELENA C y MARTIN M. Los Biocombustibles: Planta de Metiléster. Editor: Mundi-Prensa Libros, 2008, 384 p. ISBN 8484763609, 9788484763604

- NAVAS ARBELAEZ, Marco Fidel. Desarrollo de un modelo de gestión tecnológica aplicable a empresas del sector eléctrico colombiano. Bucaramanga. 2004. Trabajo de maestría (Magíster en Potencia Eléctrica). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Electrónica, Electrónica y Telecomunicaciones.

- RAYGADA Zambrano, Ruperto. Manual Técnico Para El Cultivo De Palma Aceitera. Lima: Impresión: Asociación de Promoción Agraria, 2005. 104 p

- REY, Luis., GÓMEZ, Pedro., AYALA, Luis., DELGADO, Wilson., ROCHA, Pablo. PALMAS - Vol. 25 No. Especial, Tomo II, 2004. 104. p

- RIVERO ARDILA, Claudia y MANTILLA BARRERA, Christian. Modelo de gestión ambiental para SANTANDEREANA DE ACEITES S.A.: Descripción del proceso tecnológico. Bucaramanga, 1999, 278 h. Trabajo de grado (Especialista en Ingeniería Ambiental). Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería Química.

- RODRIGUEZ, Manuel. Evolución y perspectivas del desempeño ambiental del sector palmicultor en Colombia. En: Revista Palmas. Volumen 25 Tomo II. (2004). P 359-363

- SALMIAH, A., y ROSNAH, I., Ooi, T. L. Documento Advances in oil palm research, Vol. 2. Libro Oleochemical uses. Malasia 2006.

- TEJADA I, Vicente. La Ventaja Comparativa del aceite de palma: El caso de la zona Central. En: Revista Palmas. Volumen 26 No.1 (2005). p 75

PAGINAS WEB REFERENCIADAS

- AGRONET. Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario. [En línea]. <<http://www.agronet.gov.co/agronetweb/>>
- AMIGOS DE LA TIERRA. Aceite De Palma: Usos, Orígenes E Impactos. [En línea]. <http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/Aceite_de_Palma.pdf>
- CENIPALMA. Centro de Investigaciones de la Palma. [En línea]. <<http://www.cenipalma.org> >
- COLCIENCIAS. Tecnologías de producción de Biodiesel. [En línea]. <<http://www.colciencias.gov.co/portacol/downloads/archivosContenido/729.pdf>>.
- CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. Estado del arte de las tecnologías de producción de Biodiesel. [En línea]. <<http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/Biodiesel/Capitulo%2007.pdf>>
- ECOPETROL. Perder sí es ganar. [En línea]. <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetrolera118/rev_refinacion.htm>
- FEDEPALMA. Federación Nacional De Cultivadores De Palma De Aceite.. [En línea]. <<http://www.fedepalma.org> >
- FEDERACION NACIONAL DE BIOCOMBUSTIBLES. Ecodiesel Colombia S.A.: La apuesta de los Biocombustibles. [En línea]. <<http://www.fedebiocombustibles.com/ecodisel-colombia.html>>
- FERNANDEZ. Pita. Determinación del tamaño muestral. [En línea]. <<http://www.fisterra.com//mbe/investiga/9muestras/9muestras.htm>>

- GETEC, Grupo Gestión de la Tecnología. Inventario Tecnológico. [en línea] s.f. Última fecha de actualización Septiembre de 2005.]. <<http://www.getec.etsit.upm.es/docencia/gtecnologia/transfereencia/auditorias.htm>>
- HIGUERA C, Oscar F; TRISTANCHO R, Jose Luis y FLOREZ G, Luis C. Biocombustibles y su aplicación en Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira. [En Línea]. <<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica//docsFTP/83310171-175.pdf>>
- OLADE. Biocombustibles en Alemania [en línea]. <<http://www.olade.org/biocombustibles/Documents/ponencias/d%C3%ADa2/Sesion7%20-%20Dia2/CeliaNork.pdf>>
- QUESADA. H, Germán. Tecnología de palma aceitera. [En línea]. <http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_palma.pdf>
- MACEDO, Isaias C. Situación actual y perspectivas del etanol. [En línea] <http://www.mre.gov.br/dc/espanol/temas/Biocombustiveis_05esp-situacaoatualetanol.pdf>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Estrategia De Desarrollo De Biocombustibles: Implicaciones Para El Sector Agropecuario. [En línea]. <<http://www.minagricultura.gov.co/archivos/biocombustibles.pdf>>
- MPOB. Malaysian Palm Oil Board [En línea]. <<http://www.mpob.gov.my/>>
- SEMILLAS Y CLONES DE ALTO RENDIMIENTO. Ekona y Calabar como fuentes alternativas de progenitores masculinos en la producción comercial de semillas de palma aceitera. [En línea]. <<http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol11-2sp.html>>

- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Producción de biodiesel a partir de aceite crudo de palma: 1. diseño y simulación de dos procesos continuos. [En línea].
<<http://dyna.unalmed.edu.co/ediciones/151/articulos/EA032106I/EA032106I.pdf>>

- VANEECKHAUTE Hendrik. Agrocombustibles: Deforestación, Desplazamiento Forzado, Explotación Laboral Y Cambio Climático. [En línea].
<<http://www.cronicon.net/paginas/edicanter/ediciones16/nota2.htm>>

ANEXOS

ANEXO. A FACTORES DE LA ENCUESTA Y ENTREVISTA

❁ **TALENTO HUMANO:** En este factor evalúa las tecnologías blandas, para ello se miran aspectos como nivel de estudios, experiencia del talento humano a nivel gerencial, además de la inversión que se hace en la capacitación, ya sea realizada por las empresas encuestadas o por agentes externos.

Nivel De Estudios Y Experiencia	
Elemento:	Nivel de estudios
Definición:	Contempla la preparación académica que poseen.
Conveniencia:	Permite conocer el perfil ocupacional que posee la persona en el cargo.
Medida:	Nivel de escolaridad.
Elemento:	Experiencia
Definición:	Reconoce el tiempo que se posee desarrollando dicha actividad.
Conveniencia:	Permite conocer la experticia que se tiene en el cargo.
Medida:	Años
Programas De Capacitación	
Elemento:	Tema
Definición:	Menciona los nombres de los programas de capacitación patrocinados por las empresas los últimos años.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite definir las necesidades de conocimiento de los trabajadores.
Medida:	Ninguno/ Nombre(s) de (los) programa(s)
Elemento:	Área beneficiada
Definición:	Especifica las áreas a las cuales han sido dirigidos los programas de capacitación anteriormente mencionados.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite definir las necesidades de conocimiento de los trabajadores en áreas específicas.
Medida:	Diferentes áreas a evaluar.
Elemento:	Empleados beneficiados
Definición:	Especifica el número de empleados que asistieron a los programas de capacitación.
Conveniencia:	Permite conocer el cubrimiento e impacto que tienen los programas de capacitación.

Medida:	Número de empleados.
Elemento:	Agente capacitador
Definición:	Menciona la entidad encargada de ofrecer el programa de capacitación.
Conveniencia:	Permite reconocer las entidades que se relacionan directamente con el sector.
Medida:	Nombre.
Elemento:	% del presupuesto para capacitación
Definición:	Especifica la inversión que se hace en capacitación, en términos porcentuales, con relación al presupuesto.
Conveniencia:	Permite conocer el compromiso que tiene la empresa para satisfacer las necesidades de conocimiento que tiene la empresa
Medida:	En %

Dado las condiciones que presentan en el eslabón del cultivo, es necesario tener en cuenta otros elementos.

Elemento:	Personal capacitado
Definición:	Específica si se cuenta con personal capacitado que apoye las labores del cultivo, si es así, que labores realiza, el nivel de estudio que posee y el tiempo que dedica.
Conveniencia:	Permite conocer el apoyo técnico de personal capacitado que mejore las labores del cultivo, si el apoyo es permanente o solo en labores específicas que no requieren su permanencia, para con esto poder tener mejores rendimientos.
Medida:	Si/No Labores Escolaridad Frecuencia con que visita el cultivo
Elemento:	Personal administrativo
Definición:	Especifica si se tiene personal que apoye las labores administrativas del cultivo.
Conveniencia:	Permite conocer que tan organizada esta la administración de la plantación.
Medida:	Si/No

✿ **PRODUCCION:** En este factor evalúa las tecnologías utilizadas para la elaboración de sus productos, incluyendo las características del proceso productivo, para ello se miraran aspectos como tipo de extracción, de refinación, capacidad de procesamiento, tiempos asignados de trabajo, equipos en cada una de las etapas de producción, así como su antigüedad, capacidad y estado del mismo.

Elementos comunes para los 4 eslabones	
Elemento:	Equipos de producción
Definición:	Indaga sobre la existencia de los diferentes equipos utilizados en el área de producción.
Conveniencia:	Permite conocer la tecnología en cuanto a maquinaria y equipo que existen en cada una de las etapas del proceso de productivo
Medida:	Tipo de maquina o equipo.
Elemento:	Estado del equipo
Definición:	Hace referencia a las condiciones en que se encuentra la maquinaria o equipo.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite conocer si el equipo o maquinaria esta haciendo parte del proceso y si el mismo es obsoleto
Medida:	Se encuentra: funcionando, en mantenimiento o averiado.
Elemento:	Antigüedad del equipo
Definición:	Se indaga sobre el tiempo que lleva el quipo en la empresa.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite identificar los quipos que por su antigüedad y estado son obsoletos para la empresa.
Medida:	Años
Elemento:	Capacidad de los equipos
Definición:	Se indaga sobre la capacidad de almacenamiento o procesamiento que tienen los diferentes equipos.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite identificar el aprovechamiento de los equipos.
Medida:	Ton/hr, litros, toneladas
Elemento:	Tiempo asignado de trabajo

Definición:	Especifica el número de turnos, el tiempo de cada uno y el número de empleados utilizados en cada turno.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite identificar las necesidades de mano de obra.
Medida:	Nº de turnos Nº Horas Nº de empleados
Eslabón No. 1: Cultivo	
Elemento:	Vivero.
Definición:	Se especifica si tiene vivero, de ser así se indaga sobre el tamaño del vivero, el tipo de semilla que usa y si la adecuación del vivero la hace manual o con maquinaria, de ser lo último, esta maquinaria es propia o arrendada.
Conveniencia:	Permite conocer si la plantación posee vivero propio, ya que el manejo que se le debe dar al vivero requiere de conocimientos específicos, para así garantizar que los rendimientos sean altos en los siguientes 25 años.
Medida:	Si/No Nº hectarias Tipo de maquinaria si es propia o no la maquinaria
Elemento:	Establecimiento y desarrollo
Definición:	Se indaga sobre la adecuación del terreno, en aspectos como: El personal encargado de esta labor La maquinaria empleada Su antigüedad.
Conveniencia:	Permite conocer El grado de mecanización de los aspectos anteriormente mencionados.
Medida:	Propio/contratado Si/No cual? Años.
Elemento:	Cosecha
Definición:	Se indaga sobre las labores de corte y transporte del fruto, en aspectos como: Momento en que se identifican las palmas con RFF. Equipo que se emplea para el corte. Equipo que se emplea para el transporte de los RFF. Si el equipo utilizado es propio o arrendado. El responsables del transporte de fruto.
Conveniencia:	Permite conocer el grado de mecanización que tiene la cosecha, así como el método para identificar los RFF maduros.
Medida:	Días

	Tipo de equipo Propio/arrendado Cultivado/planta extractora
Elemento:	Mantenimiento
Definición:	Se indaga sobre las labores que permiten mantener el cultivo en optimas condiciones, en aspectos como: Metodo para aplicar fertilizantes y controlar la maleza. Sistema de riego utilizado. Tipo de fertilizante. Programas de fertilizacion El uso de maquinaria para fertilizar y controlar la maleza. Tipo de maquinaria empleada.
Conveniencia:	Permite conocer el grado de mecanización que tiene las labores de mantenimiento, asi como los métodos utilizados, ya que dependiendo del método se puede determinar el impacto que tienen estas actividades con el medio ambiente.
Medida:	Métodos manual/mecanico/quimico. Sistemas de riego aspersores/goteo/canales. Uso de maquinaria Si/No Tipo de maquinaria Propia/arrendada.
Elemento:	Sanidad
Definición:	Se indaga sobre las labores que permiten controlar las plagas y enfermedades que atacan el cultivo para mantener el cultivo en óptimas condiciones, en aspectos como: Uso de supervisor o equipos para realizar monitoreo permanente al cultivo. Planes de acción para cuando se detectan condiciones anormales en el cultivo.
Conveniencia:	Permite conocer el grado de organización y la capacidad de respuesta ante la presencia de enfermedades o plagas que pongan en peligro el cultivo, asi como el grado de mecanización que tiene estas actividades.
Medida:	Si/No
Eslabón No. 2: Extracción De Aceite	
Elemento:	Tipo de extracción
Definición:	Especifica si el tipo de extracción que realiza es de aceite de palma, de palmaste o ambos.

Conveniencia:	El aceite que se obtiene a partir del fruto de la palma africana son aceite de palma y de palmiste, el proceso y la maquinaria necesaria para su extracción son diferentes, al identificar que tipo de extracción se realiza, se identifican los procesos que se desarrollan en las plantas.
Medida:	Tipo de extracción
Elemento:	Capacidad de procesamiento
Definición:	Indica la capacidad que tiene la planta para procesar racimos de fruta fresca de palma.
Conveniencia:	Permite conocer el tamaño de la planta.
Medida:	Ton/h
Eslabón No. 3: Refinación De Aceites (SACEITES S.A.)	
Elemento:	Productos a partir de aceite de palma
Definición:	Indaga sobre los diferentes productos que saca a partir de aceite de palma.
Conveniencia:	Permite conocer el aprovechamiento que le dan al aceite de palma y el valor agregado que se obtiene en la refinación.
Medida:	Productos
Elemento:	Tipo de refinación.
Definición:	Se indaga sobre el método de refinación utilizado por la empresa.
Conveniencia:	Permite conocer
Medida:	Física/química
Elemento:	Procesos que realiza
Definición:	Hace referencia a los diferentes procesos que realiza para refinar aceite, esto dependerá del método que utilice.
Conveniencia:	Permite conocer las etapas que realizan y así poder indagar mejor en cada una de ellas con los siguientes elementos
Medida:	Actividades.
Eslabón 4: Producción De Biodiesel	
Elemento:	Tecnología utilizada
Definición:	Hace referencia a la tecnología utilizada para la

	producción de biodiesel.
Conveniencia:	Permite conocer la tecnología que se va utilizar
Medida:	Clasificación y método de la tecnología.
Elemento:	Proveedores de tecnología
Definición:	Hace referencia a las empresas que suministran la tecnología y los equipos para la producción.
Conveniencia:	Permiten conocer que empresas están suministrando la tecnología y así poder indagar en la experiencia y calidad de los mismos.
Medida:	Empresas

❁ **SISTEMAS DE INFORMACIÓN:** En este factor evalúa el uso de sistemas que permitan obtener información oportuna, veraz y confiable de los procesos productivos, administrativos, de control, entre otros, para ello se miraran aspectos como: uso de software, antigüedad del mismo, uso de sistemas de control y sus áreas de aplicación.

Elemento:	Utiliza software
Definición:	Indaga sobre el uso de software o herramientas informáticas en el desarrollo de las actividades habituales de la empresa, así como su actualización, el tipo de software y si el desarrollo de dicho programa es propio o comprado.
Conveniencia:	Permite conocer si la empresa realiza inversiones en software que permitan automatizar y controlar sus procesos productivos, ya que por medio de estas herramientas se logra obtener información en tiempo real.
Medida:	Si/no cual? Última actualización? Años
Elemento:	Sistemas de control
Definición:	Indaga sobre el uso de sistemas de control, así como la antigüedad del sistema y las áreas donde se implementa.
Conveniencia:	Permite conocer si la empresa realiza inversiones en sistemas de control en sus procesos productivos, ya que por medio de esto se logra mantener estables y controladas variables críticas dentro de los diferentes procesos.
Medida:	Si/no cual? Áreas de uso

✿ **MANTENIMIENTO:** Dada la importancia que tienen los equipos utilizados en una empresa y en especial en el área de producción, en donde el funcionamiento ineficiente del mismo repercutiría gravemente a toda la empresa, se ve indispensable evaluar la importancia que se le da al mantenimiento, es por esto que el cuarto factor a tener en cuenta es el mantenimiento, en donde se mirara el tipo de mantenimiento que se realiza en las empresas, y si esta labor es propia o subcontratada.

Elemento:	Tipo de mantenimiento
Definición:	Hace referencia a la implementación de programas de mantenimiento, que permitan el adecuado y continuo funcionamiento de los diferentes equipos de la empresa.
Conveniencia:	Permite conocer si la empresa invierte en la conservación de sus equipos.
Medida:	Preventivo/predictivo/correctivo
Elemento:	Sistema de contratación del mantenimiento
Definición:	Indaga sobre el manejo que se le da al mantenimiento, si se hace con personal propio o lo realiza personal externo a la empresa.
Conveniencia:	Permite conocer si la empresa esta en capacidad de realizar el mantenimiento con el conocimiento que se tiene sobre los diferentes equipos o si esta actividad se debe desarrollar por personal capacitado externo a la empresa
Medida:	Insourcing/outsourcing otros?

✿ **BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS:** Dado el entorno en el que esta la industria palmera, es de gran importancia evaluar el grado de participación que tiene la industria en el apoyo e implementación de buenas prácticas agrícolas que permitan la producción de bienes agrícolas en forma amigable con el medio ambiente, teniendo consideración tanto con la salud de los trabajadores como de las personas que los consumen.

Elemento:	Apoya o incentiva las BPA a sus proveedores
Definición:	Indaga sobre el apoyo y participación de las empresas en actividades relacionadas con las BPA

Conveniencia:	Permite conocer si las empresas conocen y entienden la importancia que tienen las actividades relacionadas con las BPA.
Medida:	SI/No como?
Elemento:	Conoce los principios y criterios de la RSPO
Definición:	Indaga sobre el conocimiento que se tiene de la RSPO y si en la actualidad esta implementando algún principio o criterio
Conveniencia:	Permite conocer si las empresas conocen y entienden los principios y criterios de la RSPO.
Medida:	Si/No cuales?

Para el caso de los eslabones de refinación y producción de Biodiesel, no se tomo en cuenta las Buenas prácticas agrícolas, se reemplazo por:

❁ **SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTION:** Dado el entorno en el que esta la industria palmera y en general todas las industrias, es de gran importancia evaluar los esfuerzos que se hacen para estandarizar procesos, mejorar la calidad de los productos, minimizar el impacto al medio ambiente por los procesos productivos y el cumplimiento de leyes encaminadas a proteger la salud del consumidor final, para ello se mira si se ha implementado algún sistema de gestión o si el funcionamiento de la empresa depende de Normas o reglamentaciones de obligatorio cumplimiento.

Elemento:	Posee certificaciones
Definición:	Se refiere a si la empresa esta implementando sistemas de gestión certificados por las autoridades competentes.
Conveniencia:	Permite conocer si la empresa esta aplicando métodos que permitan garantizar que el producto entregado este en condiciones aptas para su consumo o utilización.
Medida:	SI/No cuales?
Elemento:	Normas o reglamentaciones
Definición:	Se refiere a si la empresa para su funcionamiento depende del cumplimiento de alguna norma o reglamentación de obligatorio cumplimiento.
Conveniencia:	Permite conocer el control que el estado ejerce sobre la empresa.
Medida:	Normas, decretos, otros.

Elemento:	Actividades para minimizar el impacto ambiental
Definición:	Indaga sobre las actividades que por iniciativa propia desarrolla la empresa para minimizar el impacto. Aunque estas actividades no estén certificadas por la autoridades competentes
Conveniencia:	Permite conocer el compromiso que tiene la empresa con la conservación del medio ambiente.
Medida:	Actividades.

❁ **INVESTIGACION Y DESARROLLO (I+D):** Este factor evalúa el interés de las empresas por adquirir información, desarrollar nuevos productos o mejorar los existentes, para ello se miran aspectos como: la existencia de un departamento, grupo o persona encargada del I+D, la generación de proyectos de I+D y el apoyo o participación a proyectos externos de la organización.

Elemento:	Departamento de I+D
Definición:	Se indaga sobre la existencia de un departamento, grupo o persona encargada de la I+D propia de la empresa.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite conocer el interés que se tiene por el aprendizaje continuo y la adquisición de conocimientos que permitan desarrollar tecnologías más eficientes.
Medida:	Si/No
Elemento:	Generación de proyectos de I+D
Definición:	Se indaga sobre la generación de proyectos de I+D
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite conocer el interés que se tiene por el desarrollo de nuevas o mejoradas tecnologías que serán más útiles y eficientes.
Medida:	Si/No
Elemento:	Participación en proyectos de I+D
Definición:	Se indaga en si la empresa a apoyado o participado en proyectos de I+D en organizaciones externas.
Conveniencia:	Junto con otros elementos, permite conocer el interés que se tiene por el aprendizaje continuo y la adquisición de conocimientos que permitan desarrollar tecnologías más eficientes.
Medida:	Si/No cuales?

Dado las condiciones se que presentan en el eslabón del cultivo, las preguntas que se hacen para el factor de I+D son:

Elemento:	Recibe apoyo de otras instituciones
Definición:	Indaga sobre el apoyo que reciben los cultivadores por instituciones concedoras del sector que permitirán mejorar las plantaciones y hacer más eficientes las actividades propias de los cultivos.
Conveniencia:	Permite conocer el grado de integración que tienen los cultivadores con instituciones poseedoras de conocimiento.
Medida:	Cenipalma/ Coopalcol otros
Elemento:	Tipo de apoyo
Definición:	Hace referencia al tipo de apoyo que reciben por parte de las instituciones mencionadas anteriormente (elemento anterior)
Conveniencia:	Permite conocer las necesidades de conocimiento técnico que han tenido los cultivadores
Medida:	Tipo de apoyo

ANEXO. B ENCUESTA CULTIVO DE PALMA

El Objetivo general de la siguiente encuesta es identificar el nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite en la región del magdalena medio. La información es confidencial y los resultados del sector son globales y no referenciarán ninguna empresa en particular. Dichos resultados serán enviados a las empresas encuestadas por su colaboración.

NOMBRE DE LA FINCA _____ **FECHA** _____
NO DE ha PRODUCTIVAS _____ **NO DE ha EN DESARROLLO** _____
DILIGENCIADO POR _____ **CARGO** _____

1. TALENTO HUMANO

1.1 No. De obreros que posee la plantación _____

1.2 Posee personal administrativo⁹⁵ Si _____ No _____

1.2 Cantidad de personas empleadas para:

- Vivero y siembra _____
- Fertilización _____
- Control fitosanitario _____
- Control de malezas _____
- Cosecha promedio _____
- Riego, limpieza y polinización _____

1.4 Asisten a capacitaciones Si ___ No _____. (Si su respuesta es no, pasar al numeral 1.5, de lo contrario siga contestando la encuesta)

1.4.1 Frecuencia de las capacitaciones _____

1.4.1 Quien ofrece las capacitaciones _____

1.5 Cuenta con personal capacitado (técnico o profesional) Si ___ No _____. (Si su respuesta es no pasar al numeral 2, de lo contrario seguir contestando la encuesta)

1.5.1 Que labor realiza este personal capacitado _____

1.5.2 Nivel de estudios de este personal capacitado _____

1.5.3 Este personal es permanente Si ___ No ____

1.5.4 Con qué frecuencia mensual visita la plantación _____

⁹⁵ Personal Administrativo: aquellas personas que lleven las cuentas y registros.

2. LABORES PROPIAS DE CULTIVO

2.1 VIVERO

2.1.1 Posee vivero Si ____ No ____ (Si su respuesta es no, pasar al numeral 2.2 de lo contrario siga contestando la encuesta)

2.1.2 No. De Hectáreas del Vivero _____

2.1.3 Tipo de semilla que utiliza _____

2.1.3 Utilizo maquinaria para adecuar el vivero Si ____ No ____ (si su respuesta es NO seguir con el numeral 2.2)

2.1.4 Tipo de Maquinaria _____

2.1.5 Maquinaria: Propi _____ Arrendada _____

2.2 ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO: Este proceso, como su nombre lo indica es el que se encarga de la adecuación del terreno y siembra de las plántulas entregadas en el vivero. Y tiene como objetivo el sembrar y desarrollar palmas a través de un manejo agronómico adecuado con el fin de asegurar un cultivo productivo.

2.2.1 Adecuación del terreno fue realizada por personal propio _____ Contratado _____

2.2.2 Se empleo Maquinaria para la adecuación del terreno Si ____ No _____

2.2.3 Que tipo de Maquinaria utilizo _____

2.2.4 Maquinaria Propia ____ Contratada ____ (si su respuesta es PROPIA seguir contestando la encuesta, de lo contrario pasar al numeral 3)

2.2.5 Tiempo de la Maquinaria _____

2.3. COSECHA: En este proceso se lleva a cabo el corte del fruto y por tal razón es el encargado directamente de la calidad del producto, entregando racimos en optimas condiciones (maduro, pedúnculo a ras y sin impurezas), su objetivo es cortar y recolectar la totalidad de los RFF que cumplan con los parámetros de calidad requeridos.

• 2.3.1 Cuando identifican las palmas con racimos maduros: Un día antes ____ el mismo día del corte ____ o cuando? _____

• 2.3.2 Que equipos emplea para el corte: _____

• 2.3.4 Que equipos emplea para el transporte del fruto dentro del cultivo. 2.3.4.1
Animales de Carga SI ____ NO ____ CUANTOS _____

2.3.4.2 Carretillas SI _____ NO _____ CUANTOS _____

2.3.4.3 Minitradores SI _____ NO _____ CUANTOS _____

2.3.4.4 Sistema cable vía SI _____ NO _____

2.3.4.5 Otros _____

2.3.4.6 El equipo es Propio _____ Contratado _____

- 2.3.5 El transporte del cultivo de fruto a la planta de beneficio el responsable es La Finca _____
La extractora _____

2.4 MANTENIMIENTO: Los procesos de vivero, establecimiento y desarrollo, cosecha y alce y transporte, tienen como subproceso el mantenimiento siendo este un apoyo en la ejecución de sus actividades y logro de sus objetivos. Es el encargado de mantener el cultivo en óptimas condiciones, tanto para la palma como para la ejecución de las demás labores. Tiene como objetivo el mantener la palma libre de maleza que le compitan en el desarrollo, adecuándola para ejecutar posteriores labores. Dentro de sus principales actividades se encuentra la poda, el charapeo, el plateo, limpieza y rocería de drenajes y fertilización.

- 2.4.1 Fertilización

2.4.1.1 La aplicación de la fertilización se hace por medio:

Manual _____ Aérea _____ Fertirriego _____

Uso de maquinaria _____ Que maquinaria? _____

Maquinaria Propia _____ Arrendada _____

2.4.1.2 Usa fertilizantes Químicos _____ Biológicos _____

2.4.1.3 Tiene programas de fertilización Si _____ No _____

2.4.1.3 Con qué frecuencia fertiliza _____

- 2.4.2 Control de Malezas

2.4.2.1 El control de maleza se hace por medio:

Manual _____ Mecánica _____ Química _____

2.4.2.3 Equipos que utiliza para el control de maleza _____

- 2.4.3 Sistemas de Riego

2.4.3.1 Posee sistemas de riego Si _____ No _____ (si su respuesta es NO pasar al numeral 2.5, de lo contrario siga contestando la encuesta)

2.4.3.2 Sistema de riego es: Subterránea _____ Superficial _____

2.4.3.3 Que clase de sistema de riego posee: Aspersores _____ Goteo _____
Canales _____

2.5 SANIDAD: Este último proceso, también presta apoyo a los tres primeros procesos (vivero, establecimiento y desarrollo y cosecha), se encarga de controlar las plagas y enfermedades que atacan el cultivo, y tiene como objetivo controlar de manera oportuna las plagas y enfermedades reduciéndolas a niveles inferiores al daño económico con el fin de garantizar la sanidad del cultivo.

2.5.1 Se tiene un supervisor o equipo para la revisión y monitoreo permanente del cultivo Si _____
No _____

2.5.2 Se tiene procedimientos o planes de acción para cuando se detectan condiciones anormales en los cultivos Si _____ No _____

3. SISTEMAS DE INFORMACION

3.1 Utiliza software Si _____ NO _____ Cual?
_____ última actualización _____
_____ última actualización _____
_____ última actualización _____

4. MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA (Contestar si la maquinaria que poseen es propia)

4.1 Qué Tipo De Mantenimiento Realizan: Preventivo _____ Predictivo _____ Correctivo _____

4.2 Qué Sistema De Contratación De Mantenimiento Poseen: Insourcing _____
Outsourcing _____ Otro _____

5. BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS

5.1 Conocen Ustedes Los Principios Y Criterios De La RSPO⁹⁶ Si _____ NO _____

5.2 Está implementando algunos de los principios o criterios de la RSPO Si _____
NO _____ Cuales? _____

6. I+D

6.1 Posee apoyo de otras instituciones como: Cenipalma _____ COOPALCOL _____
OTROS _____ 6.2 Que
tipo de apoyes recibe por parte de estas
instituciones _____

⁹⁶ RSPO: Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (del inglés)

ANEXO. C ENCUESTA EXTRACTORA DE PALMA DE ACEITE

El Objetivo general de la siguiente encuesta es identificar el nivel tecnológico de las extractoras del sector de aceite de palma en la región del Magdalena Medio. La información es confidencial y los resultados del sector son globales y no referenciarán ninguna empresa en particular. Dichos resultados serán enviados a las empresas encuestadas por su colaboración.

EXTRACTORA _____ FECHA _____
 DILIGENCIADO POR _____ CARGO _____

1. TALENTO HUMANO

1.1 Nivel de estudios y experiencia para:

- ♣ Gerente
- ♣ Jefe de Producción
- ♣ Laboratoristas
- ♣ Jefe de mtto.

Nivel de Estudios	Título Obtenido	Años experiencia en el área

1.2 Programas de capacitación

Programas de capacitación (Últimos 2 años)			
Tema	Área Beneficiada	# Empleados	Agente Capacitador

1.3 Que porcentaje de presupuesto anual se establece para capacitación. _____

2. PRODUCCIÓN

2.1. Que Tipos De Extracción Realiza

Extracción de Aceite de Palma _____ Extracción de Aceite de Palmiste _____

EXTRACCION DE ACEITE DE PALMA

2.2. Tienen Cultivos Propios: SI _____ NO _____ No. de hectáreas _____

2.3. Capacidad De Procesamiento

2.3.1 Cantidad máxima de RFF⁹⁷ a procesar _____ Ton/h

⁹⁷ RFF: Racimo de Fruto Fresco

2.3.2 Picos de Producción

Baja producción Meses	Alta Producción Meses

2.4 Tiempo Asignado De Trabajo En La Planta Extractora.

- 2.4.1 No. De Turnos _____
- 2.4.2 Tiempo de cada turno _____
- 2.4.3 No. De empleados por turnos _____

PROCESO DE EXTRACCIÓN

2.5 Recepción Y Pesaje De Rff

- 2.5.1 Equipo de pesaje: _____
- 2.5.2 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
- 2.5.3 Antigüedad del equipo: _____
- 2.5.4 Capacidad tolva de recepción: _____
- 2.5.5 Capacidad de vagones o góndolas: _____
- 2.5.6 Traslado de las vagonetas a los esterilizadores: Manual _____ Automático _____
- 2.5.7 Si es automático que equipo utiliza _____
- 2.5.8 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
- 2.5.9 Antigüedad del equipo: _____
- 2.5.10 Utiliza: Fracturador _____ Desgarrador _____ Ninguno _____
- 2.5.11 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
- 2.5.12 Antigüedad del equipo: _____

2.6 Esterilización

- 2.6.1 Qué tipo de esterilización usa:
 - ♣ Convencional: Vertical _____ Horizontal _____ Recipientes Esféricos _____
 - ♣ Continua: _____
- 2.6.2 Equipo utilizado: _____
- 2.6.3 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
- 2.6.4 Antigüedad del equipo: _____
- 2.6.5 Capacidad de esterilización: _____
- 2.6.6 Perdida de aceite: _____ kg/t RFF

2.7 Desfrutación

2.7.1 Equipo Utilizado:

- ♣ Tambor rotatorio: Barrotes De Perfil Tipo U _____ TE _____
Platinas Planas Colocadas Radialmente (de canto) _____

2.7.2 Capacidad de desfrutamiento: _____

2.7.3 Que Uso Final se da al RFV⁹⁸: Incineración _____
Fertilizante _____

2.8 Digestión

2.8.1 Equipo utilizado: _____

2.8.2 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.8.3 Antigüedad del equipo: _____

2.8.4 Capacidad del digestor _____

2.9 Extracción

2.9.1 Equipo utilizado: Prensas utilizadas _____

2.9.2 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.9.3 Antigüedad del equipo: _____

2.9.4 Capacidad de prensado: _____

2.10 Clarificación

2.10. 1 Métodos Utilizado Para La Clarificación:

- ♣ Estatica _____ Dinamica _____ Campos Eléctricos De Alta Densidad _____

2.10.2 Equipo utilizados: Tanque desarenador _____

2.10.3 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.4 Antigüedad del equipo _____

2.10.5 Capacidad _____

2.10.6 Tamices: Estáticos _____ Vibratorios _____

2.10.7 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.8 Antigüedad del equipo: _____

2.10.9 Capacidad _____

2.10.10 Tanque de aceite crudo _____

2.10.11 Estado de equipo Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.12 Antigüedad del equipo _____

2.10.13 Capacidad _____

2.10.14 Columna Precalentadora: _____

2.10.15 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.16 Antigüedad del equipo _____

⁹⁸ RFV: Racimo de fruto vacio

2.10.17 Capacidad _____

2.10.18 Separador Primario: Horizontal _____ Vertical _____

2.10.19 Estado de equipo Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.20 Antigüedad del equipo _____

2.10.21 Capacidad _____

2.10.22 Tanques de lodo _____

2.10.23 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.24 Antigüedad del equipo _____

2.10.25 Capacidad _____

2.10.26 Tanque sedimentador: _____

2.10.27 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.28 Antigüedad del equipo _____

2.10.29 Capacidad _____

2.10.30 Secadores de aceite: del vacío _____ Atmosférico _____

2.10.31 Estado de equipo Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.32 Antigüedad del equipo _____

2.10.33 Capacidad _____

2.10.34 Centrifugas: _____

2.10.35 Estado de equipo Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.10.36 Antigüedad del equipo _____

2.10.37 Capacidad _____

2.10.38 Otros equipos _____
(Cuáles) _____

2.10.39 Pozos o tanques florentinos _____

2.10.40 Capacidad _____

2.10.41 Tipo de mezcla que llega a ellos _____

2.10.42 Lagunas de oxidación:

♣ Tipo _____

♣ Número _____

♣ Capacidad _____ m³

2.11 Desfibración

2.11.1 Equipo utilizado: Transportador _____

2.11.2 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.11.3 Antigüedad del equipo _____

2.11.4 Equipo utilizado: Secador de la torta _____

2.11.5 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.11.6 Antigüedad del equipo _____

2.11.7 Desfibrador: Hidráulico _____ Mecánico _____ Neumático _____

2.11.8 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____

2.11.9 Antigüedad del equipo _____

- 2.11.10 Tambor pulidor _____
 2.11.12 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
 2.11.13 Antigüedad del equipo _____
 2.11.14 Otra equipos _____
 (Cuales) _____
 2.11.15 Capacidad de desfibración: _____

2.12 Proceso De Palmisteria

- 2.12.1 Metodo de extracción de aceite de palmiste:
 ♣ Mecánica _____ Extracción Por Solventes _____
 2.12.2 Clasificador de nueces _____
 2.12.3 Estado de equipo Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
 2.12.4 Antigüedad del equipo _____
 2.12.5 Capacidad _____
 2.12.6 Rompedor de nueces _____
 2.12.7 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
 2.12.8 Antigüedad del equipo: _____
 2.12.9 Capacidad _____
 2.12.10 Hidrociclon _____
 2.12.11 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
 2.12.12 Antigüedad del equipo _____
 2.12.13 Columnas separadoras de polvo y cascarilla _____
 2.12.14 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
 2.12.15 Antigüedad del equipo _____
 2.12.16 Secamiento de las nueves Equipo utilizado
 ♣ Secamiento Natural _____ Secamiento en silos _____
 ♣ Otros _____
 (Cuales) _____
 2.12.17 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
 2.12.18 Antigüedad del equipo _____
 2.12.19 Silo secador de almendra _____
 2.12.20 Estado de equipo: Funcionando _____ Mantenimiento. _____ Averiado _____
 2.12.21 Antigüedad del equipo _____
 2.12.22 Capacidad _____

3. SISTEMAS DE INFORMACION

- 3.1 Utiliza software** SI _____ NO _____
 Cual? _____
 _____ última actualización _____
 _____ última actualización _____
 _____ última actualización _____

- 3.2 Usa Sistemas De Control** SI _____ NO _____
 Cual? _____

3.2.1 En que Areas _____

3.2.2 Antigüedad del sistema _____

4. MANTENIMIENTO

4.1 **Qué Tipo De Mantenimiento Realizan:** Preventivo _____ Predictivo _____ Correctivo _____

4.2 **Qué Sistema De Contratación De Mantenimiento Poseen:** Insourcing _____ Outsourcing _____
otro _____

5. BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS

5.1 **Apoya o incentiva las BPA a sus proveedores** SI _____ NO _____
Como? _____

5.2 **Conocen Ustedes Los Principios Y Criterios De La RSPO⁹⁹** SI _____
NO _____

5.2.1 **Está implementando algunos de los principios o criterios de la RSPO** SI _____ NO _____
Cuales? _____

6. I+D

6.1 **Poseen Un Departamento De I+D** SI _____ NO _____

6.2 **Ha Generado Proyectos De I+D** SI _____ NO _____
Cuales? _____

6.3 **Ha Participado O Apoyado Proyectos De I+D Externos A La Organización** SI _____ NO _____
cuales? _____

⁹⁹ RSPO: Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (del inglés)

ANEXO. D ENTREVISTA C.I SACEITES S.A

El Objetivo general de la siguiente entrevista es identificar el nivel tecnológico de la empresa Santandereana de aceites S.A .

DILIGENCIAD POR _____ CARGO _____

1. TALENTO HUMANO

- Cantidad de empleados en el área de producción
- Nivel de experiencia
- Nivel de estudios
- Poseen programas de capacitación para el área de producción
- Agente capacitador que posee
- Porcentaje de presupuesto para dichas capacitaciones

2. PRODUCCION

- Cuál es la producción en promedio
 - Cuál es la capacidad instalada de la planta
 - Cual la capacidad utilizada
 - Que tipo de productos sacan a partir del aceite de palma
 - Qué método de refinación realizan y porque?
 - Tienen diagramas de flujos de los procesos (producción)
 - Cuáles son los procesos que realizan
-
- Almacenamiento
 - Que equipos utiliza
 - Características del equipo:
 - Estado del equipo: funcionando, mantenimiento o averiado
 - Antigüedad del equipo
 - Capacidad del equipo
 - Blanqueado y Desgomado
 - Que equipos utiliza
 - Características del equipo:
 - Estado del equipo: funcionando, mantenimiento o averiado
 - Antigüedad del equipo
 - Capacidad del equipo
 - Desodorización
 - Que equipos utiliza
 - Características del equipo:
 - Estado del equipo: funcionando, mantenimiento o averiado
 - Antigüedad del equipo
 - Capacidad del equipo
 - Fraccionamiento
 - Que equipos utiliza
 - Características del equipo:
 - Estado del equipo: funcionando, mantenimiento o averiado
 - Antigüedad del equipo
 - Capacidad del equipo

3. SISTEMAS DE INFORMACION

1. Existe algún tipo de automatización en las etapas del proceso
2. Poseen software
 - si cuales (área de producción).
 - ultima actualización de dichos software
3. Usa sistemas de control en el área de producción
 - antigüedad del sistema

4. MANTENIMIENTO

- Qué tipo de mantenimiento realizan: preventivo, predictivo o correctivo
- Que sistemas de contratación de mantenimiento poseen: insourcing, outsourcing.. otro

5. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTION

- Poseen certificación
- Que actividades desarrollan para minimizar el impacto ambiental

6. I+D+i

- Que investigaciones han hecho en conjunto con sus proveedores
- Ha generado proyectos de I+D que favorezcan o mejoren las etapas del proceso productivo
- Ha participado o apoyado proyectos de I+D externos a la organización si... cuales.

ANEXO. E ENTREVISTA ECODIESEL S.A

1. TALENTO HUMANO

a. Nivel de estudios y experiencia para Cargos Medios:

	Nivel de Estudios	Título Obtenido	Años experiencia en el área
GERENTE			
JEFE DE PRODUCCION			
LABORATORISTAS			
JEFE DE MTTO.			

b. Cantidad de empleados en el área de producción:

c. Nivel de experiencia.

d. Nivel de estudios.

e. Poseen programas de capacitación para el área de producción.

f. Agente capacitador que posee.

g. Porcentaje de presupuesto para dichas capacitaciones

2. PRODUCCIÓN

- producción de biodiesel a partir de aceite de palma y metanol o etanol, por vía catálisis alcalina:

a. Capacidad de la Planta:

b. Etapas del proceso de producción:

1. Recepción, almacenamiento y acondicionamiento del aceite crudo.
Equipos a utilizar. Sistema de bombeo, tanques de almacenamiento.

2. Esterificación de ácidos grasos libres. La esterificación vía catálisis Heterogénea.

3. Transesterificación. Reactor

4. Purificación del biodiesel.

5. Purificación y almacenamiento de glicerol

3. SISTEMAS DE INFORMACION

3.1 Utiliza software SI _____ NO _____

Cual?

_____ última actualización _____
_____ última actualización _____
_____ última actualización _____

3.2 Usa Sistemas De Control SI _____ NO _____

Cual?

3.2.1 En que Areas _____
3.2.2 Antigüedad del sistema _____

4. MANTENIMIENTO

4.1 Qué Tipo De Mantenimiento Realizan: Preventivo _____ Predictivo _____ Correctivo _____

4.2 Qué Sistema De Contratación De Mantenimiento Poseen: Insourcing _____ Outsourcing _____
otro _____

5. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTION

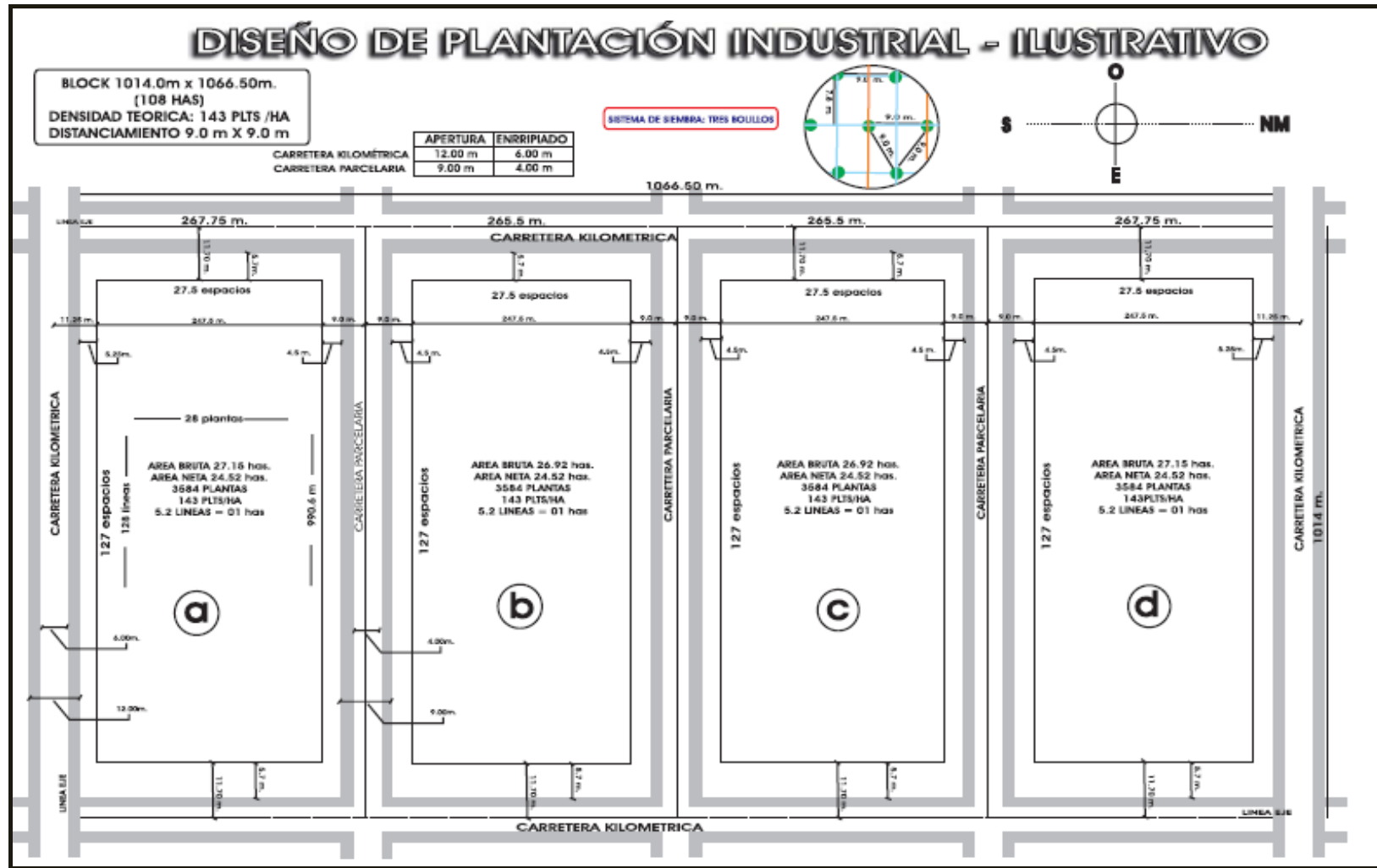
Poseen certificación.

6. I+D

6.1 Poseen Un Departamento De I+D SI _____ NO _____

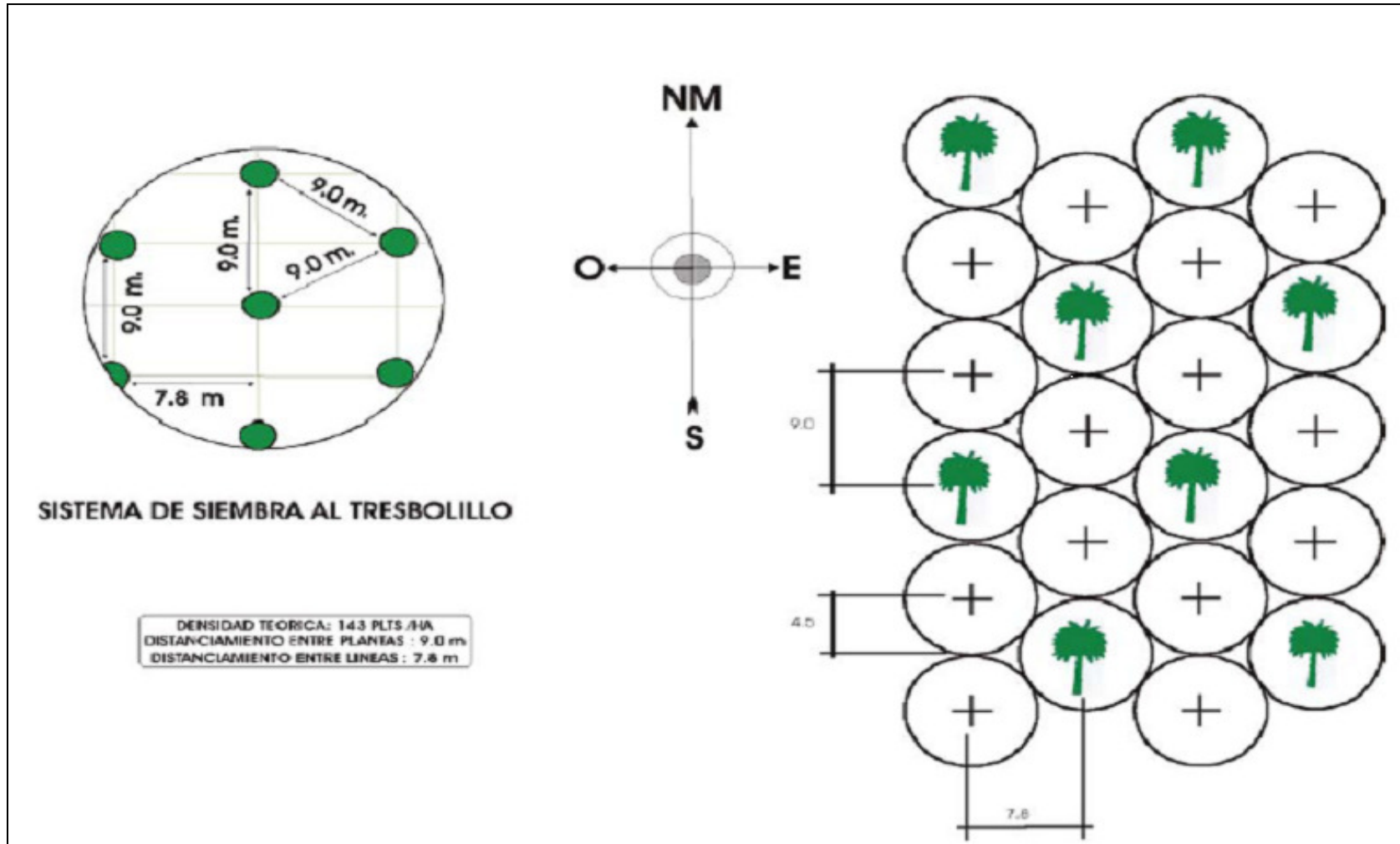
6.3 Ha Participado O Apoyado Proyectos De I+D Externos A La Organización SI _____ NO _____
cuales? _____

ANEXO. F DISEÑO DE PLANTACIÓN INDUSTRIAL



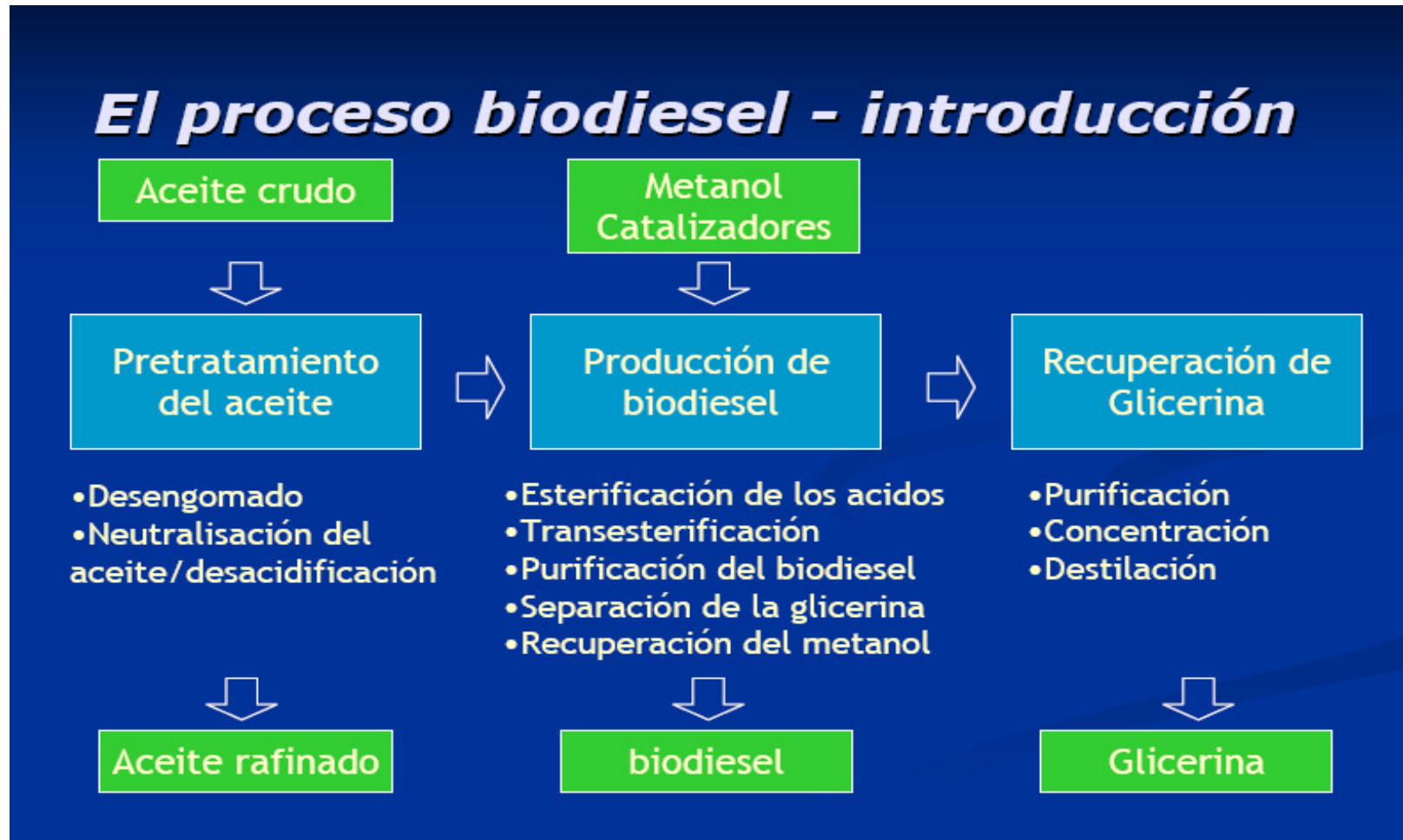
FUENTE: PALMA DE ACEITE. [En línea] < <http://www.angelfire.com/biz2/palmaaceitera/infotecnica.html> > [consulta: 21 de Mayo de 2008].

ANEXO. G SISTEMA DE SIEMBRA AL TRESBOLILLO



FUENTE: PALMA DE ACEITE. [En línea] < <http://www.angelfire.com/biz2/palmaaceitera/infotecnica.html> > [consulta: 21 de Mayo de 2008].

ANEXO. H PROCESO INDUSTRIAL PARA LA PRODUCCIÓN DEL BIODIESEL



FUENTE: OLADE. Biocombustibles en Alemania [en línea]. < <http://www.olade.org/biocombustibles/Documents/ponencias/d%C3%ADa2/Sesion7%20-%20Dia2/CeliaNork.pdf> > [citado el 20 de junio de 2009].

ANEXO. I NORMAS EN 14214 y A.S.T.M D 6751-02

Parámetro	Unidad	Especificaciones	
		EN 14214-03	A.S.T.M D 6751 -02
Contenido de esteres	% masa	Mín. 96,5	-----
Densidad a 15 °C	g/cm ³	0,86 – 0,90	-----
Viscosidad cinemática a 40 °C	mm ² /s	3,50 – 5,00	1,90 – 6,00
Punto de Inflamación	°C	Mín. 120	Mín. 130
Punto de obstrucción de filtro frío (P.O.F.F)	°C verano	Máx. 0	-----
	°C invierno	Máx. -20	-----
Azufre total	% masa	Máx. 0,001	Máx. 0,05
Residuo carbonoso Conradson al 100%	% masa	Máx. 0,05	Máx. 0,05
Número de cetano	----	Mín. 51	Mín. 47
Contenido en cenizas	% masa	Máx. 0,03	Máx. 0,02
Contenido en agua	mg/Kg.	Máx. 500	-----
Agua y sedimentos	% volumen	-	Máx. 0,05
Corrosión al cobre (3h/50 °C)	Grado de Corrosión	Máx. 1	Máx. 3
Estabilidad a la oxidación	horas	Mín. 6	-----
Índice de acidez	mg KOH/g	Máx. 0,50	Máx. 0,80
Contenido en metanol	% masa	Máx. 0,20	-----
Contenido en monoglicéridos	% masa	Máx. 0,80	-----
Contenido en diglicéridos	% masa	Máx. 0,20	-----
Contenido en triglicéridos	% masa	Máx. 0,20	-----
Glicerol libre	% masa	Máx. 0,02	Máx. 0,02
Glicerol ocluido	% masa	Máx. 0,23	-----
Glicerol total	% masa	Máx. 0,25	Máx. 0,24
Índice de yodo	----	Máx. 120	-----
Fósforo	ppm.	Máx. 10	Máx. 10
Sales Metálicas (Na+K)	mg/Kg.	Máx. 5	-

FUENTE: ABCBIODIESEL. Normas EN^{*} 14214 y A.S.T.M.^{**} D 6751-02. [en línea]. < http://www.abcbiodiesel.com.ve/abcbiodiesel_A_Inicio_Normas.htm> [citado el 10 de marzo de 2009]

ANEXO. J PRINCIPALES VARIEDADES DE SEMILLAS

8.1.1.1 **Malasia:** En Malasia, el mejor material de plantación en el momento actual es el cruce entre Dura y Pisífera (DxP), que se conoce como tenera. Sin embargo, las numerosas investigaciones del MPOB¹⁰⁰ han dado lugar a la producción de diversos materiales, caracterizados por presentar altos rendimientos de fruto, enanismo en la planta, alto número de racimos, alto índice de yodo (insaturación) y altos contenidos de carotenos, con lo cual se presentará una recolección de fruto más fácil y alta rentabilidad económica.

¹⁰⁰ MPOB: Malaysian Palm Oil Board.

8.1.1.2 Costa Rica: La industria de la palma aceitera en Costa Rica, aunque relativamente pequeña, es una de las más viejas en América. Las primeras plantaciones comerciales fueron establecidas en 1944 y actualmente existen cerca de 47,807 ha plantadas, principalmente (96%) en el Pacífico central y sur¹⁰¹. Costa Rica tiene una empresa independiente, especializada y dedicada al desarrollo de variedades de semilla y clones de palma aceitera con alta productividad. Conocida como ASD Costa Rica, que ofrece al mercado internacional varios materiales de siembra con características especiales para diferentes ambientes y densidades de siembra. Dichos materiales se caracterizan por presentar condiciones favorables en regiones o zonas que presentan alta pluviosidad y baja radiación solar, proporcionando un crecimiento vigoroso de las plantas. Cabe mencionar que actualmente están trabajando en materiales o en variedades que permiten sembrar una mayor cantidad de palma por hectárea (alta densidad).

8.1.1.3 Colombia: Colombia se caracteriza por haber desarrollado varios tipos de semillas, a continuación se describirán las empresas colombianas que han desarrollado semillas y las características que posee cada una de ellas.

- *Indupalma:* Es una empresa Agroindustrial, productora de aceite crudo de palma. Han desarrollado un híbrido-semilla llamado híbrido- interespecífico, entre la palma africana *E. guineensis* y la palma americana *E. oleífera-Coari*. Esta semilla produce cualidades químicas valiosas en el aceite, las que lo hacen de mayor calidad y permiten orientarlo a nuevos usos en la cadena agroindustrial¹⁰².

¹⁰¹ SEMILLAS Y CLONES DE ALTO RENDIMIENTO. Ekona y Calabar como fuentes alternativas de progenitores masculinos en la producción comercial de semillas de palma aceitera. [En línea]. <<http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol11-2sp.html>> [citado el 5 de abril de 2009]

¹⁰² INDUPALMA. Semilla Híbrido Indupalma. [en línea]. <<http://www.indupalma.com/contenido/contenido.aspx?catID=6&conID=36>> [citado el 18 de junio de 2009].

- *Murgas & Lowe S. de H*: Grupo conformado por la hacienda Las Flores y la multinacional inglesa Harrison & Crossfield, han desarrollado la semilla DAMI- LAS FLORES, que se caracteriza por tener un alto rendimiento por hectárea y de producción precoz. Esta semilla tiene un potencial superior a 35 toneladas de fruta por hectárea¹⁰³.
- *Unipalma*: Es una empresa que produce y comercializa productos derivados de la Palma de Aceite y material de propagación. Han desarrollado semillas que se caracterizan por generar materiales resistentes a la fusariosis¹⁰⁴ y una alta producción de aceite sobre racimo.
- *Corpoica*: Es una Institución estatal de investigación, certificación y acompañamiento del sector agropecuario colombiano. Para el sector palmicultor ha desarrollado la Tenera CORPOICA El Mira ®, resultado de más de 30 años de investigación; es un híbrido intervarietal que se obtiene mediante el cruzamiento artificial controlado entre palmas de la variedad Dura (usadas como madres) con polen de palmas de la variedad Pisífera (usadas como padres). Constituye un material genético mejorado correspondiente a un híbrido interorigen (asiático x africano), obtenido y producido bajo las condiciones agroecológicas de la Estación Experimental El Mira, localizada en Tumaco, Nariño. TENERÁ CORPOICA MIRA®¹⁰⁵. Se caracteriza por el bajo costo de la semilla, por iniciar su floración a los 16 meses y su producción a los 22 meses después de la siembra en el campo, además presenta bajo crecimiento en altura, lo que permite una vida útil a la

¹⁰³ MURGAS G, CARLOS. Hacienda las Flores. En: Seminario de Biocombustibles. (2007: Plan Puebla, Panamá). Memorias de Seminario de Biocombustibles. Plan Puebla, Panamá. 2007. 24p [en línea]. <<http://www.snc.gov.co/2007/presentaciones/bio/flores.pdf>> [citado el 18 de julio de 2009].

¹⁰⁴ FUSARIOSIS: Enfermedad común de las plantas y a veces de los animales, causada por ciertos hongos descomponedores comúnmente encontrados en la tierra del género fusarium, pero teniendo en estos casos un desarrollo parasito.

¹⁰⁵ CORPOICA. Primera semilla de PALMA DE ACEITE COLOMBIANO. [en línea]. <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Productos/fichamaiz.asp?id_producto=33> [citado el 18 de junio de 2009.]

plantación superior a 25 años. Ha mostrado un buen comportamiento frente a enfermedades y puede alcanzar una producción superior a las 30 toneladas anuales¹⁰⁶ de racimos frescos por hectárea.

Además cabe mencionar tres instituciones privadas que han venido trabajando en desarrollos importantes para la producción de semillas de palma de aceite dentro de las que se destacan Cirad, Unilever e Irho.

CIRAD¹⁰⁷: La creación de material vegetal mejorado es una importante actividad del CIRAD y la concretización de los resultados de la investigación. Este material, fruto de muchos años de investigación, se propaga y produce con garantías de conformidad, calidad sanitaria y germinación¹⁰⁸. Esta clase de semillas se caracteriza por tener un rápido retorno sobre la inversión (en condiciones favorables, se obtienen las primeras cosechas a partir de los 24 a 26 meses de edad), un crecimiento muy lento y un volumen vegetativo reducido, material vegetal altamente resistente a la fusariosis, una producción menos afectada por el estrés hídrico y por producir frutos más ricos en oleína¹⁰⁹.

Las semillas producidas por Unilever¹¹⁰ y el instituto IRHO¹¹¹ se caracterizan porque fueron sembradas en las primeras plantaciones de América latina.

¹⁰⁶ ESTRATEGIA. Colombia lanzará al mercado primera semilla hecha de palma de aceite. [en línea]. <<http://www.ecoestrategia.com/articulos/resumen/resumen09.html>> [citado el 18 de junio de 2009].

¹⁰⁷ CIRAD: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, en francés: centro de cooperación internacional en investigación agronómica para el desarrollo.

¹⁰⁸ CIRAD. Comercialización de semillas de palma aceitera. [en línea]. <http://www.cirad.fr/fr/prest_produit/pdf/vip/vip9_es.pdf> [citado el 18 de junio de 2009].

¹⁰⁹ CIRAD. Las semillas de palma aceitera Cirad®. [en línea]. <<http://www.intermedianetwork.com/cabana/admin/UserFiles/File/folleto%20guineensis.pdf>> [citado el 18 de junio de 2009].

¹¹⁰ UNILEVER: Es una multinacional anglo-holandesa creada en 1930. Que produce y comercializada diferentes productos.

¹¹¹ IRHO: Instituto de investigación en Aceites y oleaginosas

ANEXO. K CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO DE LOS MÉTODOS DE ESTERILIZACION

- i. *Esterilización convencional*: este proceso se lleva a cabo sometiendo los RFF a la acción de vapor de agua en recipientes cilíndricos. Mediante el uso de autoclaves horizontales o verticales en donde los principales factores para tener en cuenta son el tiempo de cocción y la temperatura, dependiendo del tamaño de los racimos y del grado de madurez de los mismos. Este proceso requiere de vagonetas que transportan el RFF dentro y fuera de los esterilizadores, de varios equipos como grúas o volteadores de canastas, cabrestantes o tractores y de sistemas de transferencia o curvas en los rieles y cambiavías. La esterilización de los RFF en este proceso se realiza por baches en autoclaves de 10 a 30 Ton. de RFF por hora. Las siguientes son las condiciones de proceso¹¹²:

Temperatura:	20-130 °C
Presión:	2-3 bar
Tiempo total esterilizador por bache:	Cerca de 2 horas
Tiempo de sometimiento:	45 a 60 minutos
Consumo total de vapor:	250kg/t RFF
Perdida de vapor a la atmósfera:	50kg/t RFF
Condensados:	Cerca de 200kg/t RFF
Perdida de aceite:	Cerca de 0,5kg/t RFF

- ii. *Esterilización continua*¹¹³: Este proceso se realiza usando vapor a presión atmosférica. El tiempo de esterilización y la presión de vapor requerida (atmosférica) es significativamente inferior al usado para el proceso de

¹¹² *Ibíd.* p 43

¹¹³ *Ibíd.*, p 44

esterilización convencional. En el desarrollo de esta tecnología el concepto de las necesidades de la esterilización se redefine. Percibe a la esterilización como un proceso de cocinar los RFF y desactivar la enzima lipasa y las bacterias. El cocinado de los RFF con vapor promoverá que la hidrólisis tenga lugar en el punto de contacto con los frutos y sus tallos. Esta hidrólisis permitirá que todos los frutos se suelten en un desfrutador de tambor rotatorio. El calor del vapor también detiene el aumento de los AGL¹¹⁴ del aceite aun en el mesocarpio. Este nuevo concepto también facilita los procesos de ablandar las células oleíferas y el pretratamiento de las nueces, en una operación complementaria del sistema de esterilización continua denominada post-calentamiento y debe hacerse inmediatamente después de los pasos de esterilización y desfrutado.

- iii. *Esterilización vertical*¹¹⁵: los esterilizadores verticales son usualmente usados en plantas pequeñas que incluyen un tornillo sinfín en la base para evacuar el fruto, lo que permite tener equipos fijos sin rotación. La ventaja principal es el costo de inversión de capital más bajo debido a la eliminación de las vagonetas para los RFF, los rieles, carros de transferencia, inclinadores de vagonetas y reducción de espacio y mano de obra. Además, este tipo de esterilizadores tienen una alta eficiencia térmica, el espacio libre es mínimo y el peso del metal al ser calentado con relación al peso de los racimos es muy bajo, mientras que en los esterilizadores horizontales el espacio sin usar es grande y la proporción correspondiente del peso del metal con el de los racimos lleva a un mayor consumo de vapor.

- iv. *Esterilización en recipientes esféricos*¹¹⁶: Como su nombre lo indica, es un recipiente esférico o globo de diámetros diferentes, diseñados para

¹¹⁴ AGL: Acidos grasos libres

¹¹⁵ *Ibíd.* p 48

¹¹⁶ *Ibíd.* p 49

sostener los RFF durante la esterilización. La relación entre la pequeña área superficial y el volumen del esterilizador esférico, lo hace más eficiente energéticamente que los esterilizadores horizontales o verticales. La pérdida de calor es menor que los otros esterilizadores y el aumento de la presión del vapor dentro del esterilizador a presión total ($3,2\text{kg/m}^3$) es más rápido.

ANEXO. L DIFERENTES MÉTODOS DE CLARIFICACIÓN

- i. *Clarificación estática:* El fluido proveniente de las prensas (agua, aceite, lodos livianos pesados) pasa por un tamiz del tipo circular, que tiene como objetivo separar las partículas sólidas de tamaño superior a los de las mallas, facilitando la clarificación. El líquido es alimentado en el centro de las mallas y debido al movimiento vibratorio (horizontal, vertical y lateral), las partículas grandes que son retenidas por las mallas se mueven hacia la periferia y se descargan al proceso de digestión.

Las partículas más pequeñas, que pasan a través de las mallas, junto con el líquido son recolectados por la parte inferior y se conducen hacia el tanque de aceite crudo.

El aceite crudo es bombeado hacia el clarificador, el cual tiene un ciclón de alimentación que cumple la función de disipar la presión con la cual se transporta el líquido, evitando la turbulencia al interior del equipo. Además de aceite, al clarificador llegan otros líquidos como son: agua, lodos livianos y pesados, que también están impregnados de aceite que debe ser recuperado.

El clarificador, que funciona por sedimentación, es un tanque provisto con un sistema de agitación que ayuda a reducir las pérdidas ocasionadas por el arrastre de aceite por parte de los lodos.

En la clarificación se realiza la separación de los fluidos en el siguiente orden: aceite (capa superior), lodos livianos, agua, lodos pesados (capa inferior). Para realizar la separación adecuada deben tenerse en cuenta dos factores importantes: temperatura y dilución. Al tener en el clarificador fluido separado (no miscibles a una temperatura y dilución apropiadas), la capa de aceite se forma porque la salida del aceite se coloca por encima de las aguas lodosas y se obtiene una capa de aceite de entre 30 y 40 cm.

Luego de la clarificación, el aceite pasa a unos tanques sedimentadores, donde se decantan partículas pesadas y se bombea el aceite hacia los secadores al vacío. El aceite entra al equipo de secado a través de unas boquillas llamadas *Boquillas de Lechler*, que ayudan a exponer la mayor cantidad de aceite al secado, al aumentar el área de contacto del aceite con el vacío.

La columna de secado está provista de una válvula reguladora que se abre sólo en el momento en que exista presión por bombeo de aceite, evitando así la entrada de aire y posterior pérdida del vacío. Además cuenta con una lámina ubicada en la parte superior que ayuda a evitar el arrastre de aceite por la succión del vacío. El aceite que alcanza a salir por el conducto de succión es recuperado por medio de un ciclón que lo hace retornar al secador.

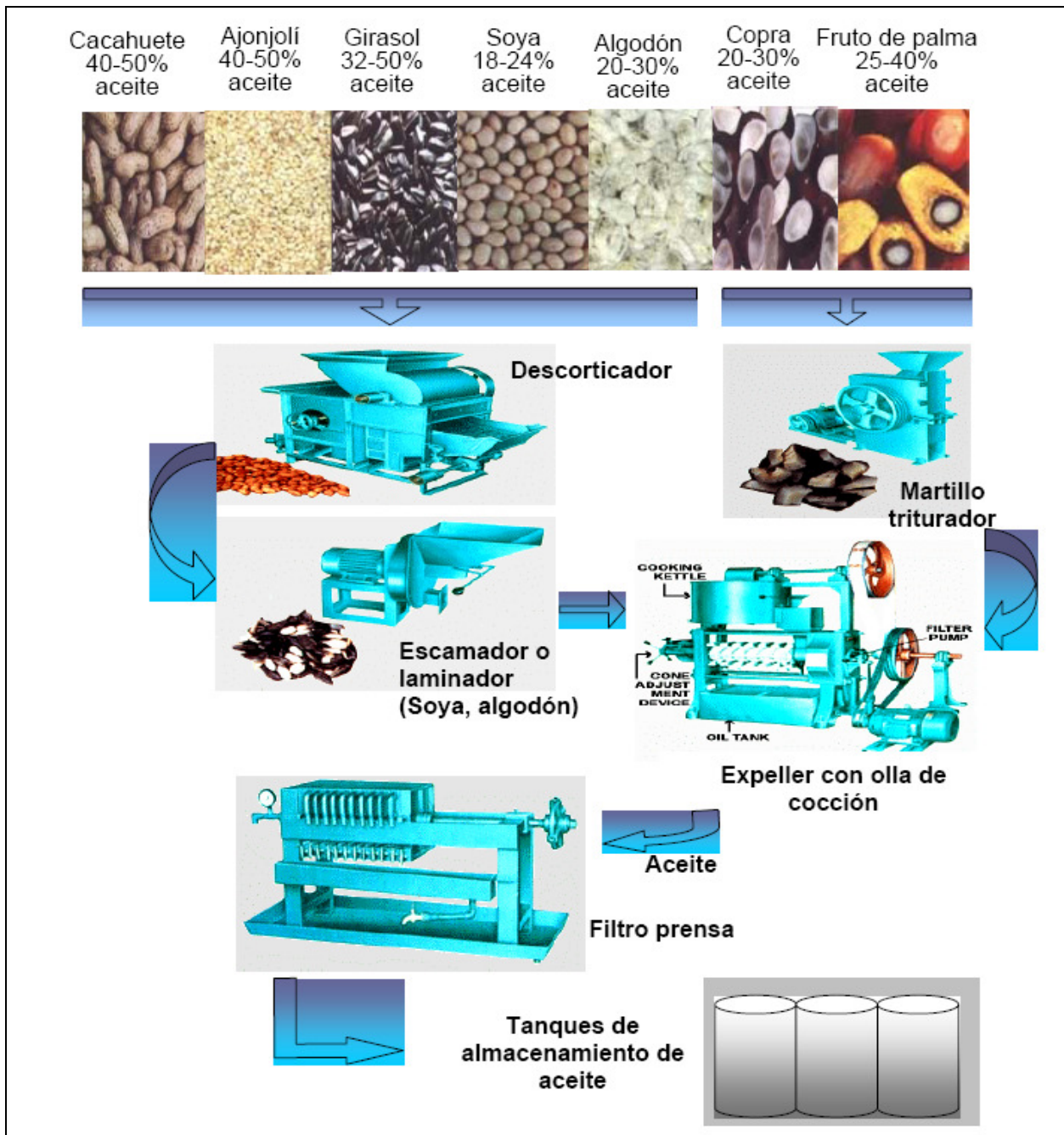
Al final el aceite ya clarificado y libre de humedad es bombeado finalmente a los respectivos tanques de almacenamiento.

- ii. Preclarificadores:* una innovación totalmente desarrollada en Colombia. Esta alternativa pretende recuperar la mayor cantidad de aceite mediante decantación en un tiempo aproximado de 30 minutos. El principio de operación de estos equipos se basa en el hecho de que la separación del aceite se realiza en gran medida en los primeros 10 minutos del proceso de decantación.
- iii. Clarificación dinámica:* En la centrifugación se aprovechan los mismos principios de la clarificación estática, pero la separación ocurre con una velocidad mucho mayor, mediante fuerzas centrífugas. El agua y los lodos pesados salen por las boquillas o toberas y el aceite y los lodos livianos se concentran en el centro y son descargados por un tubo recolector llamado “recuperador”.

Dentro de la centrífuga hay una parte rotatoria o “bowl” que gira sobre dos ejes soportados por rodamientos: uno macizo y otro hueco. A través de éste último pasa el tubo de alimentación de lodos aceitosos. Debido a que el eje hueco gira alrededor del mencionado tubo de entrada los lodos del interior del “bowl” tienden a salirse por el espacio que hay entre el eje y el tubo. Para evitarlo se inyecta agua caliente que empuja los lodos hacia dentro y hace el sello. En la entrada del agua caliente hay un juego de empaques que a su vez evitan la pérdida del agua de sello.







- iv. *Clarificación con campos eléctricos de alta densidad:* Esta técnica busca reducir el tiempo de proceso y las pérdidas de aceite de palma emulsionado en la corriente de agua y lodos.








ANEXO. M DIAGRAMA DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITES VEGETALES















FUENTE: CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. Estado del arte de las tecnologías de producción de Biodiesel. [En línea]. <<http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/Biodiesel%207.pdf>> [citado el 14 de noviembre de 2008].




ANEXO. N MAQUINARIA EMPLEADA PARA LA EXTRACCION DE ACEITE DE PALMA

NOMBRE DEL PROCESO	NOMBRE DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO*
Recepción de fruta	Tolva recepción de racimos	
Esterilización	Horizontal	
	vertical	
Desfrutado	Desfrutador de tambor	
Prensado	Prensa doble tornillo	
	Prensa tipo expeller	

	Filtro prensa	
	Tamiz rectangular para aguas lodosas	
digestores	Digestor de frutos	
Clarificación	Tanque clarificador de aceite (estática)	
	Bomba centrífuga horizontal (dinámica)	
Desfibrado	Sinfín secador de torta	
	Desfibrador	

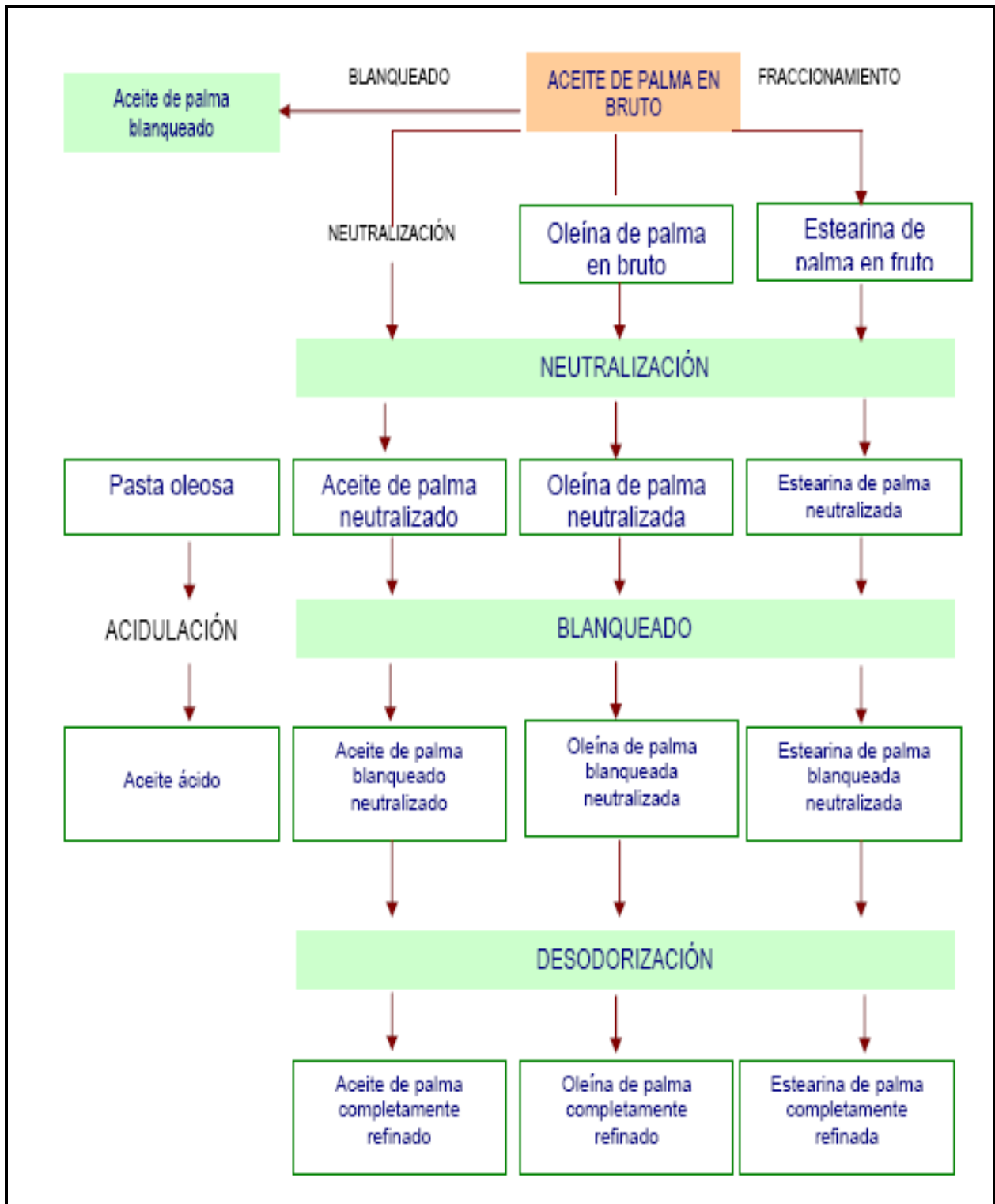
Generación de vapor	Caldera de baja presión	
	Caldera de alta presión	
Secado y almacenamiento	Secado al vacío	
	Tanques de almacenamiento	
Recuperación de aceite residual en lodos	Filtro cepillo centrifuga	
	Centrifuga de lodos	

	Tanques florentinos	
Equipos de transporte	vagones	
	Sinfín de transporte	
	Transportadores tipo redler	
Equipos para palmisteria	Molino rompedor de nueces Tipo ripple	
	Separador neumático de nueces y cascarilla	

	<p>Silo para almacenamiento</p>	
	<p>hidrociclón</p>	
	<p>Tamiz circular vibratorio</p>	

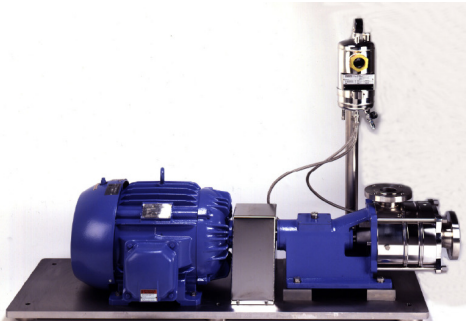
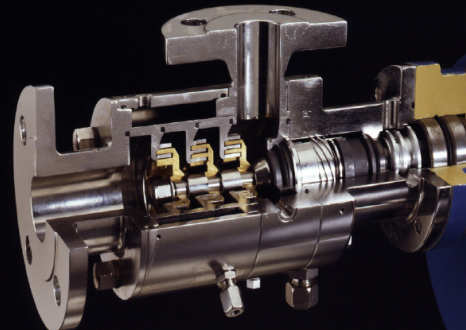

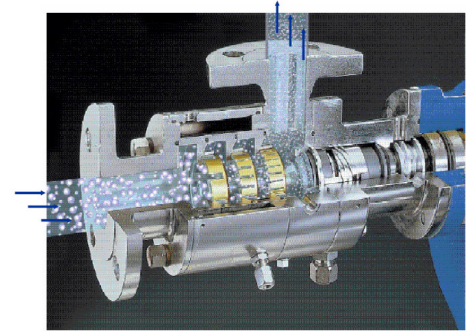
FUENTE: CONSULTECNICA. Productos. [En línea].
 <<http://www.consultecnica.com.co/consult.htm>> [citado el 20 de enero de 2009]


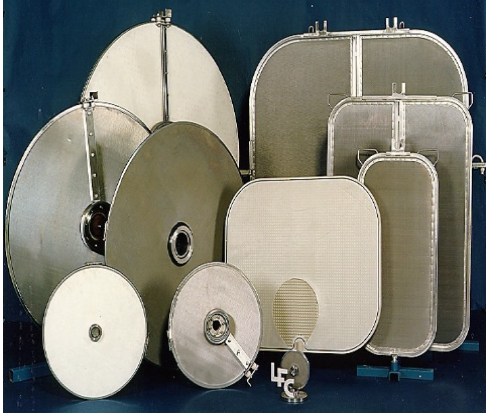

ANEXO. O REFINACIÓN DEL ACEITE DE PALMA EN BRUTO




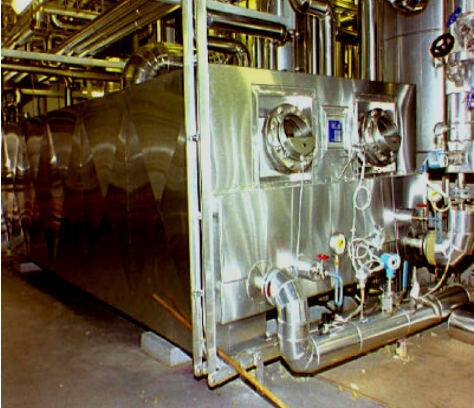


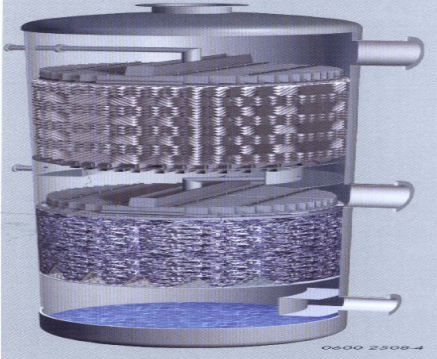

FUENTE: CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. Estado del arte de las tecnologías de producción de Biodiesel. [En línea]. <<http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/Biodiesel%207.pdf>> [citado el 14 de noviembre de 2008].

ANEXO. P MAQUINARIA PARA CADA FASE DEL PROCESO DE REFINACIÓN.

NOMBRE DEL PROCESO	NOMBRE DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO
Desgomado	Mezclador de alto Corte (HSM)	
	Esquema HSM	
	Dispersores HSM	
	Dispersión De La Enzima	

<p>Blanqueo</p>	<p>Filtros de Placas</p>	
	<p>Placas Filtrantes</p>	
<p>Desodorizacion /Neutralización</p>	<p>Recuperación de Energía (Placas)</p>	

	<p>Recuperación de Energía (espiral)</p>	
<p>Desodorización /Neutralización</p>	<p>Intercambiador de calor externo (cubierta y tubos)</p>	
	<p>Intercambiadores de calor internos (Intercambiador de calor de vapor de aceite)</p>	
	<p>Economizador (Alfa Laval)</p>	

	<p>Tecnología SoftColumn (Alfa Laval)</p>	 A 3D cutaway diagram of a SoftColumn Alfa Laval separator. It shows a cylindrical vessel with a top cover and a bottom base. Inside, there are two main sections: an upper section with a perforated metal screen and a lower section with a solid metal screen. The vessel has several ports on the side for inlet and outlet. The Alfa Laval logo is visible at the bottom right of the diagram.
	<p>Plantas piloto</p>	 A photograph of a pilot plant setup. It consists of a stainless steel frame with various pieces of equipment mounted on it. There are several tanks, pipes, valves, and control panels. The equipment is arranged in a complex, interconnected system. The pilot plant is mounted on a base with wheels.

FUENTE: MANTILLA BARRERA, Christian. Procesamiento de aceites y grasas comestibles. En: DOPLOMADO OLEOQUIMICA. (2009: Bucaramanga). Memorias del diplomado en oleoquímica. Bucaramanga: Christian Mantilla, 2009 106p.

ANEXO. Q VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CATALIZADORES PARA LA PRODUCCION DE BODIESEL

	Ventajas	Desventajas	Características Tecnológicas
Catálisis Alcalina	<ul style="list-style-type: none"> • Es la tecnología más utilizada comercialmente. • Condiciones moderadas de presión y temperatura. • Se obtienen conversiones en tiempos de reacción de 60 min. Aprox. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere que tanto el aceite como el alcohol sean anhidros para evitar la formación de jabones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad apreciable de operaciones unitarias para la separación de los productos. Desarrollado de procesos alternativos (Proceso BIOX y LURGI). • La reacción se lleva a cabo en condiciones atmosféricas • Requiere uso de catalizador alcalino.
Catálisis acida	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza en la adecuación del aceite (esterificación de los ácidos grasos libres con metanol). Hace factible el procesamiento de materias primas con altos niveles de ácidos grasos libres (grasas animales y aceites usados). 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tiempos de reacción son mucho más lentos en comparación con la catálisis alcalina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza, como un proceso de preesterificación antes de realizar dicho proceso vía la catálisis alcalina. • Requiere uso de catalizador ácido
Catálisis de lipasas	<ul style="list-style-type: none"> • La reacción no es afectada por la presencia de agua en las materias primas y por contenidos de ácidos grasos libres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los tiempos de reacción son elevados, por lo que los procesos de obtención de biodiesel no pueden ser continuos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizan solventes orgánicos como medio de reacción, que mejoran la reactividad de las lipasa, lo que evita así su inactividad, y brinda la posibilidad de reutilización. El alcohol se adiciona por etapas, para evitar la inhibición.

FUENTE: COLCIENCIAS. Tecnologías de producción de Biodiesel. [En línea]. <
<http://www.colciencias.gov.co/portacol/downloads/archivosContenido/729.pdf>> [citado el 10 de mayo de 2009].

ANEXO. R TECNOLOGÍAS EXISTENTES PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES VEGETALES¹¹⁷

a) Procesos continuos

✿ *Proceso continuo para la producción de biodiesel – Ballestra¹¹⁸:*

Proceso continuo, donde la reacción de transesterificación comprende 3 fases con un exceso de metanol con respecto a la cantidad estequiométrica, se emplea un álcali metilado en una solución anhidra de metanol como catalizador. El metanol y el catalizador se dosifican y se recirculan en los tres pasos de la reacción dentro de las condiciones establecidas. Ver figura 29.

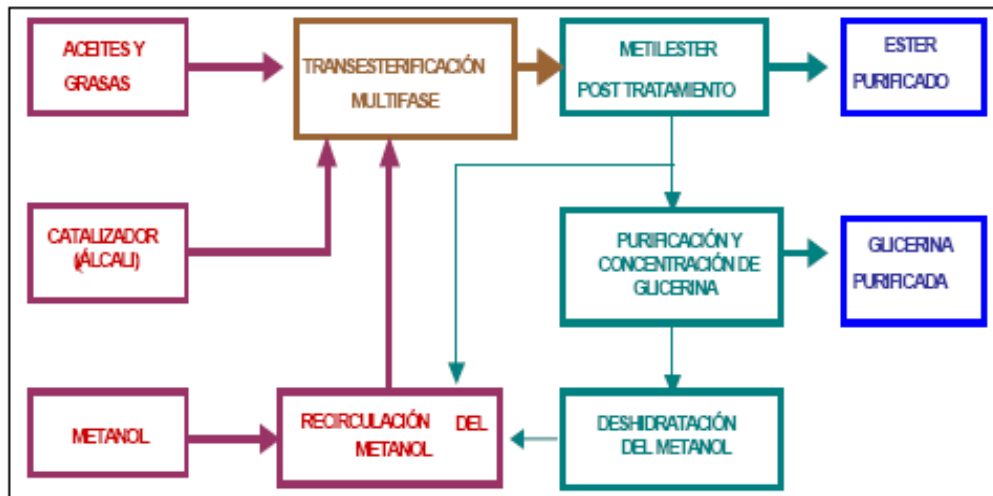
La temperatura de la reacción es menor 50°C y la presión es de máximo 0.5 bar. El tiempo de residencia es inferior a 2 horas. En el final del proceso de transesterificación se separan las dos fases. La fase liviana contiene principalmente metil éster; su proceso de separación consiste en lavar el metanol sin reaccionar con soluciones acuosas.

La fase pesada contiene principalmente glicerina; su proceso de purificación comprende neutralización, separación del metanol que no ha reaccionado, dilución con las aguas del lavado del proceso de purificación del metil éster, separación de jabones formados en el proceso de neutralización y concentración final por encima del 80%. La glicerina parcialmente refinada se puede entregar como tal a los destiladores especializados.

¹¹⁷ *Ibíd.* p. 331

¹¹⁸ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN LIMPIA CORPODIB. *Op. cit.*, p 338

Figura No. 31 Tecnología y transesterificación Ballestra.



❁ **Tecnología Henkel para transesterificación:** Trabaja de forma continua, porque su nivel de tecnología y estandarización del proceso lo permiten.

Fue diseñado para propósitos generales, para diferentes cantidades de aceite y emplea un paso de destilación. Contiene dos reactores tubulares seguidos de tanques de sedimentación; la presión de operación se encuentra entre 400,000 – 500,000 Pa y la temperatura 343-353 °K.

La glicerina se retiene en los separadores y el éster se purifica por destilación. La calidad del éster resultante es buena, buen color, alta pureza, bajo porcentaje de glicéridos, así como la calidad de la glicerina cerca del 92%.

Actualmente están operando dos plantas de 170 mil toneladas por año en Europa. El contenido de glicerina libre en el biodiesel es muy alto (>0.02%) para su uso como combustible, por tal razón, se pierde un residuo entre el 4% y 5% del biodiesel obtenido.

❁ **Proceso de deglicerolización continua (CD) para transesterificación:** El proceso de transesterificación continua a baja presión se presentó en 1991, el cual utiliza columnas de reacción y separadores centrífugos. Consta de un ciclo

cerrado para la reacción con el alcohol, y un segundo ciclo de agua para la extracción de glicerina y lavado del éster. La primera planta producía 1 tonelada / día; luego se construyó una planta piloto para 20 toneladas /día produciendo 8 mil toneladas / año, con la cual se lograron los últimos detalles para la construcción de una planta grande en Europa.

Lo nuevo en este proceso es el manejo eficiente del flujo a contracorriente en los reactores de transesterificación, que normalmente se lleva a condiciones anhidras.

Este proceso alcanzó un mayor grado de transesterificación. Actualmente con esta tecnología está operando una planta de 100 mil toneladas/día en Hamburgo.

✿ ***Proceso continuo para la producción de metil éster – Estereco¹¹⁹***: El aceite vegetal obtenido de las oleaginosas se somete a una esterificación multifase junto con el catalizador y alcohol metílico o etílico. De este primer reactor se producen dos fases: un diesel sin refinar y la glicerina. El primero se lleva a un proceso de refinación del metil éster o etil éster del cual se obtiene el combustible listo para su consumo. En esta misma etapa se separa el alcohol que no reaccionó y se lleva a un sistema de recuperación para recircularlo al proceso. Por otra parte la glicerina se lleva a un proceso de purificación para obtener un producto de grado industrial o pasa a una destilación junto con parte del alcohol recuperado para obtener una glicerina de grado farmacéutico.

Los desarrolladores de esta tecnología reivindican: Proceso continuo; Velocidad de reacción alta; Optimización en los costos de operación; Moderación en la temperatura y presión; Bajo consumo de insumos químicos; Proceso automatizado.

¹¹⁹ ESTERECO es una compañía italiana dedicada a la investigación de combustibles biológicos o renovables. La compañía ha sido productora y comercializadora del biodiesel desde 1992.

❁ **Tecnología de OceanAir Environmental¹²⁰**: Proporciona los servicios de construcción y la tecnología para la producción del biodiesel. La empresa tiene un área de aproximadamente una hectárea con dos refinerías químicas como sigue:

Refinería De Biodiesel. La capacidad de producción de la planta es de 10 millones de galones / año de biodiesel. La planta ha procesado aceites de la soya, maíz, canola y aceites usados. La planta también puede manejar grasa animal.

Refinería De Glicerina. La capacidad de producción de la planta es de 12 millones de libras de glicerina / año. Este subproducto de la planta del biodiesel (glicerina cruda) se refina con calidad comercial, industrial y USP. La planta también puede producir glicerina cruda para ser procesada por otras plantas especializadas.

❁ **Tecnología del Pacific Biodiesel Inc¹²¹**: Trabaja con el proceso desarrollado por la Universidad de Idaho, que adiciona metanol y un catalizador a los aceites vegetales y grasas animales produciendo biodiesel y glicerina.

Las plantas construidas e instaladas por Pacific Biodiesel Inc, tiene dos configuraciones: 200 mil galones/año (750 mil litros /año), expandibles a máximo 800 mil galones/año; 400 mil galones/año (1,500 mil litros / año) expandibles a 1,660 mil galones / año.

b) Procesos batch

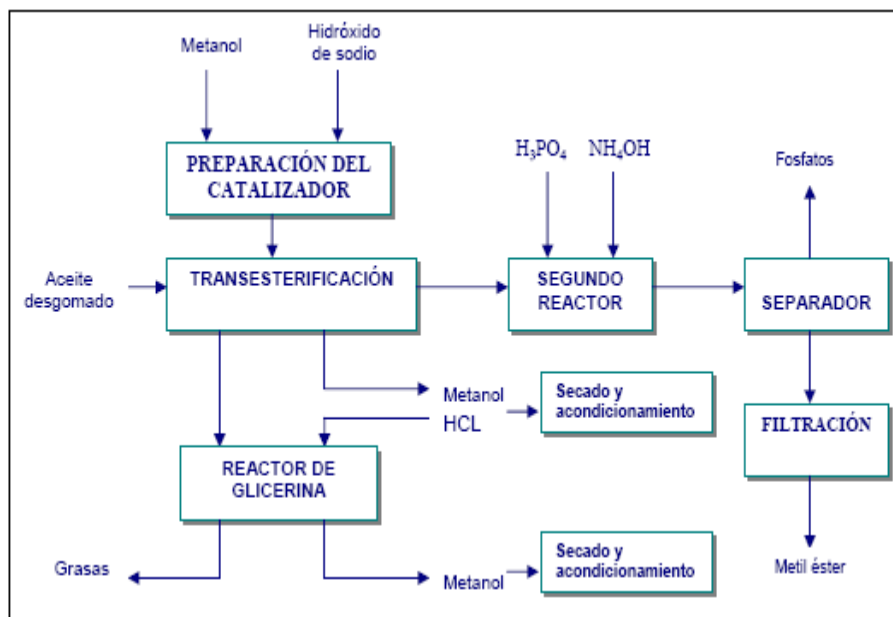
Muchas plantas en el mundo con capacidades de 500 –10 mil toneladas/año son diseñadas empleando procesos por tandas (batch) de dos etapas. Cada etapa consta de un tanque reactor y un tanque sedimentador, llamado sistema mezclador / sedimentador. Ver figura 30.

¹²⁰ OCEANAIR ENVIRONMENTAL comenzó a operar previamente bajo el nombre de NOPEC Corporation en 1998 en Lakeland, Florida – Estados Unidos; NOPEC fue adquirida por OceanAir en septiembre del 2000.

¹²¹ PACIFIC BIODIESEL INC. Empresa pionera en la producción comercial de biodiesel en los Estados Unidos. Creada en 1996. Construyó su primera planta en Nagano – Japón.

Este procedimiento no resulta costoso y alcanza buenas calidades en los productos. Asistido por control de procesos, es versátil en cuanto al cambio de materias primas en pequeñas cantidades.

Figura No. 32 Flujo del proceso batch.



FUENTE: Programa estratégico para la producción de biodiésel - combustible automotriz a Partir de aceites vegetales. Convenio interinstitucional de cooperación UPME – INDUPALMA – CORPODIB

❁ **Proceso ESTERFIP:** El Instituto Francés del Petróleo desarrolló el proceso ESTERFIP basado en la transesterificación catalítica de aceites vegetales (aceites de palma, colza, semillas de algodón, etc.).

ESTERFIP 1 (catálisis básica) se usa principalmente cuando se necesita desgomificar los aceites con bajo contenido ácido (índice por debajo de 3) mientras que el ESTERFIP 2 (ácido y catálisis básica) es más conveniente para aceites ácidos y etanol 190 proof¹²². Los ésteres son producidos después de

¹²² Equivalentes a 92.42% en peso

remover el alcohol, mientras el glicerol purificado puede ser procesado a grado comercial (> 99.9%).

La experiencia del Instituto Francés del Petróleo está basada en el proceso batch a gran escala para la producción de metil y etil éster con una gran variedad de material graso. Tiene dos plantas ubicadas en las ciudades de Rouen y Compiègne.

❁ ***Proceso por lotes modificado para producción de ésteres con etanol:***

Proceso para la conversión de aceites vegetales a ésteres de etilo para uso como biodiesel que involucra la transesterificación de aceites triglicéridos a monoésteres de los componentes de ácidos grasos. Para llevar a cabo esta conversión, los aceites crudos se procesan a temperatura ambiente con etanol en presencia de hidróxido de potasio como catalizador. Durante el proceso se produce glicerol que es insoluble en el éster producido y es más pesado que éste.

Se introduce en un reactor el aceite vegetal crudo, la cantidad requerida de etanol se coloca en un contenedor, el hidróxido de potasio sólido se adiciona a todo el etanol, agitando vigorosamente en un contenedor hasta que esté completamente disuelto, en este momento el KOH disuelto ha sido convertido a etóxido de potasio, las partes no disueltas permanecen durante el proceso de transesterificación y decrece la cantidad de catalizador que toma parte en la reacción, la mezcla de etanol-catalizador es agregado al aceite en un reactor principal y agitado rápidamente.

En una buena reacción, la glicerina empieza a separarse inmediatamente; después de la sedimentación inicial, se mezcla nuevamente por 40 minutos, transcurridos 20 minutos, se adiciona agua al 15% del volumen inicial de aceite usado en la reacción y se prosigue la agitación hasta completar los 40 minutos.

El proceso de mezcla de la glicerina con el éster y adición de agua es importante, ya que recolecta y remueve las impurezas y productos de la reacción incompleta del éster.

Cuando no se emplea alcohol anhidro, la reacción no es completa y requiere más tiempo para que el etanol se separe. Si la separación no ocurre, la adición de KOH con agitación puede acelerar este proceso o la adición de agua (0.5% del volumen total) después de que la reacción se ha completado. Si el etanol original contiene alrededor del 1% de agua, la reacción puede ser incompleta, la glicerina no se separa y el batch debe ser descartado.

Después de separar la glicerina del agua, ésta se almacena para su posterior embarque. Es posible que se adhiera una capa delgada de glicerina y lodos al fondo del reactor, por esta razón es aconsejable realizar lavados, por lo menos dos veces. Los sedimentos pueden ser componentes del aceite vegetal original (proteínas, glicoproteínas, ceras, carbohidratos, carotenos). Algunos de estos componentes son agentes emulsificantes, y otros tienen afinidad por el agua, lo que causa la acumulación de impurezas (potasio) que tienden a prolongar el proceso de lavado.

Finalmente, para remover el etanol remanente y las trazas de potasio, glicerina o jabón, el éster se lava con agua en una proporción del 30% del volumen del éster.

Después de pocas horas la agitación / aireación se detiene y el agua se separa de dos a tres días. En este punto termina el proceso y el combustible se almacena. Se emplean reactores de polietileno, los cuales emplean dispositivos en el fondo del reactor para drenar la glicerina y realizar el lavado con agua de la capa de éster.

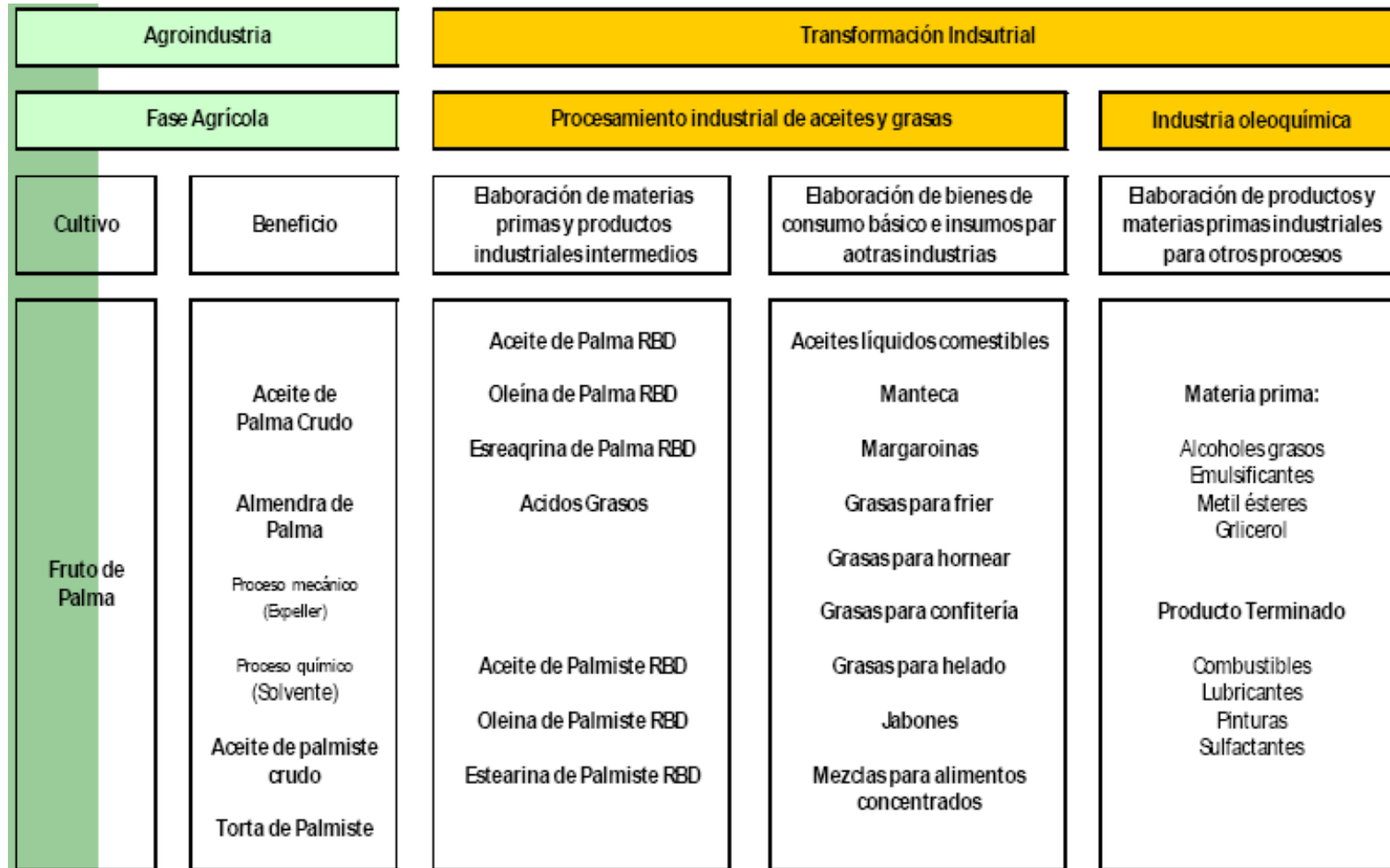
**ANEXO. S PROVEEDORES DE MAQUINARIA ESPECIALIZADA PARA EL
PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA.**

COMPAÑÍA	PAÍS	COMPAÑÍA	PAÍS
KEJURUTERAAN WANG YUEN SDN BHD	MALASIA	KUMAR INDUSTRIAL WORKS	INDIA
PMT INDUSTRIES SDN BHD (212857-U)	MALASIA	EXCELL ENGINEERING EQUIPMENTS	INDIA
AVECPALM ENGINEERING SDN BHD (193035-D)	MALASIA	CLEAR ION EXPERTS PVT LTD	INDIA
GUTHRIE INDUSTRIES SDN BHD (2548 U)	MALASIA	CHETAN AGRO INDUSTRIES	INDIA
KENDEK PRODUCTS SDN BHD (534403-D)	MALASIA	A. R. ENGINEERING	INDIA
GS GROUP	MALASIA	AMBICA ENGINEERING WORKS	INDIA
GENTEEL CORPORATIONS DN BHD	MALASIA	DYNAMECH ENGINEERS	INDIA
MTI TECHNIC INDUSTRIES SDN BHD	MALASIA	AUM CONSULTANCY	INDIA
KHUN HENG ENGINEERING SDN BHD	MALASIA	GA EXPERTISE	USA
CBIP	MALASIA	FRENCH OIL MILL MACHINERY CO	USA
OILEX ENGINEERS PVT LTDA	INDIA	INDUSTRIAL FILTER & PUMP MFG. CO	USA
TINYTECH PLANTS	INDIA	LOUISIANA CHEMICAL EQUIPMENT CO	USA
JAGDISH GROUP	INDIA	ALFALAVAL	SUECIA
MICRO MACHINES	INDIA	VRINGENIERIA	COLOMBIA
VIKAS AGRO AGENCY	INDIA	AVM	COLOMBIA
KUMAR METAL	INDIA	TECNINTEGRALES	COLOMBIA
GOYUM SCREW PRESS PVT LTDA	INDIA	CONSULTÉCNICA	COLOMBIA

PHARMAC TECHNOLOGIES PVT. LTD.	INDIA	GEMCO	CHINA
VEENDEEP OILTEK EXPORTS	INDIA	SBM	CHINA
MUEZ HEST PROCESS TECHNOLOGIES PVT LTDA	INDIA	ANYANG GENERAL INTERNATIONAL	CHINA
VEERAJA INDUSTIRES	INDIA	CHINA JINAN ZHENDGE MACHINERY COMPANY	CHINA
UMECH ENGINEERING PVT LTD	INDIA	VANDBEKEN ENTERPRISES LTDA	CANADÁ
TROIKA PROCESSES PVT LTD	INDIA	DE SMET BALLESTRA GROUP	BÉLGICA
TOP CONSULTANTS AND ENGINEERING PVT LTD	INDIA	JM PEDRONI	ARGENTINA
RENULAKSHMI AGRO INDUSTRIES LT	INDIA	HP KOPP CONSULTING	ALEMANIA

FUENTE: FEDEPALMA y GENIPALMA. Informe Agenda Prospectiva De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Para La Cadena Productiva De Palma De Aceite En Colombia Con Énfasis En Oleína Roja. [En línea]. Bogotá, 2009. < http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2009424103533_OLEINA.pdf > [Citado el 10 de abril de 2009]

ANEXO. T CADENA AGROINDUSTRIAL DE LA PALMA DE ACEITE



FUENTE: HACIA LA TRANSFORMACION PRODUCTIVA. (2007: Cartagena). Memorias del Foro Internacional sobre la Competitividad. Cartagena y Bolívar. Cámara de Comercio de Cartagena, 2007. 43p

ANEXO. U INVENTARIO TECNOLOGICO DE LA AGROINDUSTRIA PALMERA

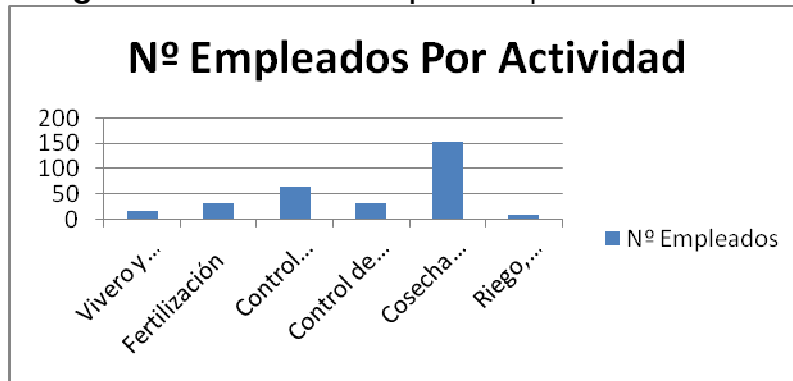
1. CULTIVO PALMA DE ACEITE

Los resultados de las encuestas se basaron en la información entregada por las 7 plantas extractoras, en lo relacionado con los cultivos propios, es de mencionar que solo una planta no posee plantaciones. Para garantizar la calidad del fruto, las plantas brindan asesoría a los cultivadores, por intermedio de los ingenieros agrónomos.

- ▶ **Talento Humano:** El personal que se emplea dentro de las plantaciones desempeña diversas labores, sobresaliendo la cosecha, ya que es la que mas demanda personal por la frecuencia con que se realiza esta labor, seguido por el control fitosanitario, actividad importante porque de esta depende la detección temprana de plagas y enfermedades perjudiciales.

El personal que hace parte de los cultivos de la región del Magdalena medio tiene capacitaciones ya sea por Cenipalma, el Sena, y Coopalcol. Estas capacitaciones están enfocadas hacia las labores propias del cultivo, siendo estas el vivero, establecimiento y desarrollo, cosecha, Mantenimiento y sanidad, La frecuencia con que asisten a las capacitaciones varía entre 3 y 6 meses.

Figura No. 33 No. De empleados por actividad



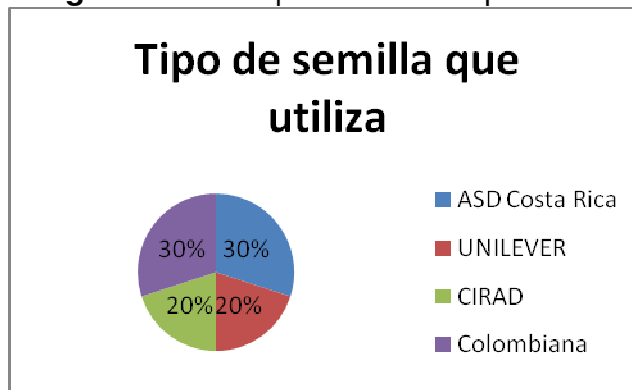
FUENTE: Elaboración propia.

♦ **Labores propias del cultivo:** Dentro de las labores propias del vivero se destacan:

- *Vivero:* Los cultivos de plantas extractoras del Magdalena medio socias de Ecodiesel Colombia se caracterizan por tener viveros de diferentes tamaños, el motivo que tienen para la tenencia y tamaño de viveros radica en la demanda de plántulas que haya en el momento, por lo general estas plántulas son vendidas a los proveedores de fruto.

Los materiales que se usan son variados ya sean nacionales o importados, dentro de los importados se destaca las variedades provenientes del ASD Costa Rica, que se caracteriza por presentar condiciones favorables en zonas o regiones con alta pluviosidad, de las nacionales se destacan las desarrolladas por INDUPALMA, UNIPALMA Y DAMI Las flores.

Figura No. 34 Tipo de semilla que utiliza



FUENTE: Elaboracion propia.

Para la adecuación del vivero en todos los casos se empleo maquinaria como moto niveladoras, corta malezas, retroexcavadoras y arados.

- *Establecimiento y Desarrollo:* Para la adecuación del terreno en todos los casos se busco un contratista para que efectuara esta labor, el motivo de esto es que la maquinaria que se requiere como lo son las retroexcavadoras, los tractores, buldoser entre otros son maquinas que requieren una alta inversión para su adquisición y su uso solo estará en esta etapa, Además de esto la

plantación requiere de adecuaciones de vías y drenaje, labor que requiere personal especializado en el tema.

- *Cosecha*: Esta actividad se caracteriza por que la identificación de las palmas con racimos maduros, se hace el mismo día del corte, usando para ello el palín y barretón en palmas jóvenes y el cuchillo malayo para palmas adultas. Para el transporte de estos racimos de fruto dentro del cultivo en todos los casos se hace a través de animales de carga como son los búfalos y las mulas y a estos animales se les adhieren carretillas o zorras.

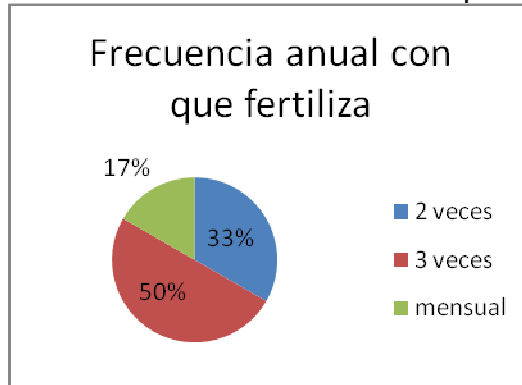
Las labores de cosecha son manuales en las extractoras encuestadas y en la región en general; en el corte esto se debe a que las características propias de la palma no permiten gran mecanización, en el transporte del fruto si se ha encontrado avances, para citar esta el sistema cable vía, aunque en ningún caso se encontró este sistema. Esto se debe a que las inversiones para implementarlo son altas.

- *Mantenimiento*:

* Fertilización: La aplicación de los fertilizantes en los cultivos de las extractoras encuestadas lo hacen de forma manual y el transporte de los insumos a la plantación se hace por medio de transporte mecánicos como tractores o voleadoras.

El tipo de fertilizante utilizado en los cultivos son biológicos y químicos, los cuales son aplicados según el programa de fertilización que posee cada plantación, ya sean con ciclos de dos a tres veces por año.

Figura No. 35 Frecuencia anual con que fertiliza

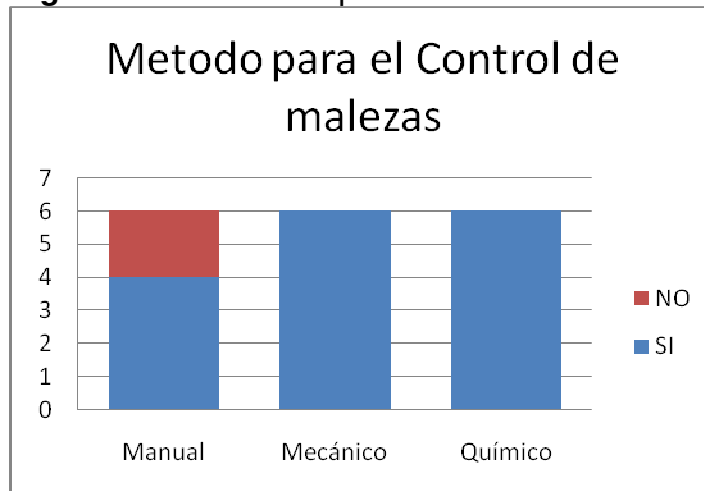


FUENTE: Elaboracion propia

* Control de maleza: Otra actividad de suma importancia dentro del mantenimiento esta el control de maleza, en los cultivos encuestado se hace de los tres métodos posibles, solo dos manifestaron no hacerlo de forma manual.

Los equipos usados en esta labor dependen del método empleado, en el caso del manual se hace con la ayuda de un machete, cuando es mecánico con una guadañadora y si es químico se emplean bombas colgadas en la espalda.

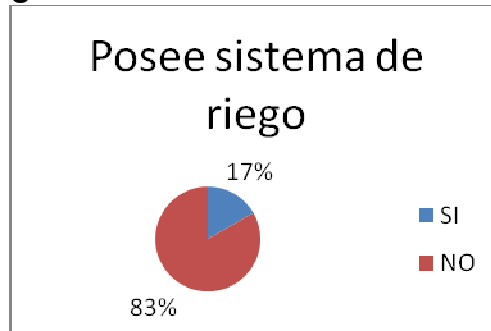
Figura No. 36 Método para el control de malezas



FUENTE: Elaboración propia.

* Sistemas de riego: Cabe mencionar, que solo una plantación que pertenece a las plantas extractoras del Magdalena medio socias de Ecodiesel Colombia, posee sistema de riego superficial y la clase del sistema es por gravedad.

Figura No. 37 Posee sistema de riego

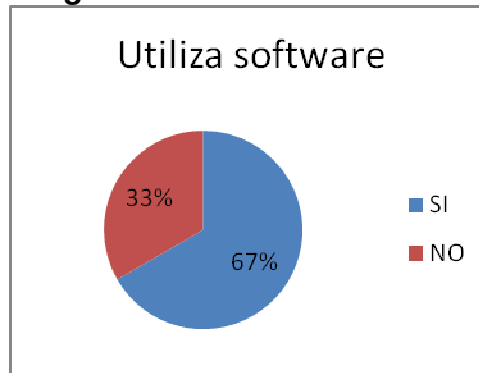


FUENTE: Elaboracion propia

- *Sanidad:* Para los cultivos que hacen parte de las plantas extractoras del Magdalena medio socias de Ecodiesel Colombia, tiene un supervisor o equipo para la revisión y monitoreo permanente del cultivo y además tienen procedimientos o planes de acciones para cuando se detectan condiciones anormales en los cultivos.

♦ **Sistemas de Información:** En cuanto a sistemas de información, las extractoras encuestadas manifestaron utilizar algún tipo de software, estos van desde el más básico como lo es Excel hasta software diseñados específicamente para las condiciones de los cultivos, que permiten ayudar al administrador en la gestión, planeación y seguimiento de sus recursos. Cabe mencionar que solo una manifestó no utilizar ningún tipo de software.

Figura No. 38 Utiliza software



FUENTE: Elaboracion propia.

- ♦ **Mantenimiento para Maquinaria:** En cuanto al mantenimiento de maquinaria, como primera medida se indago si los cultivos poseían maquinaria o por el contrario la alquilaban, de esta pregunta se obtuvo que 4 de los 6 encuestados poseen maquinaria.

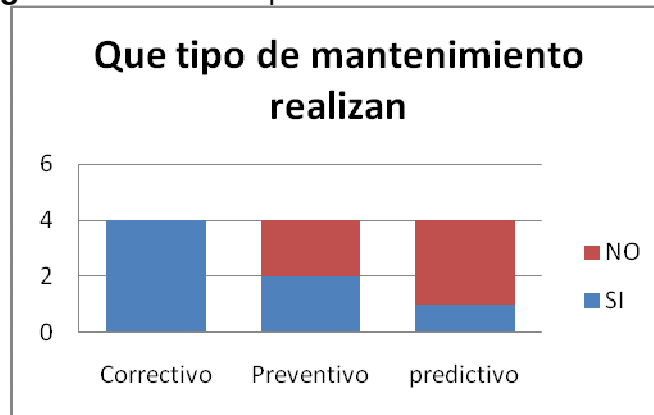
Figura No. 39 Tiene maquinaria propia



FUENTE: Elaboracion propia

De los cultivos que contestaron que poseen maquinaria propia solo uno respondió que realizaba mantenimiento predictivo y la mitad preventivo.

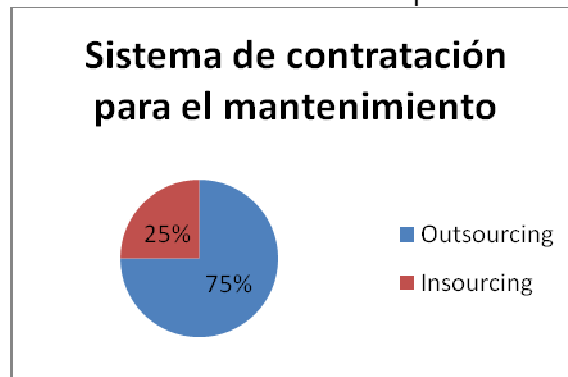
Figura No. 40 Que tipo de mantenimiento realizan?



FUENTE: Elaboracion propia

En cuanto a quien realizaba el mantenimiento, solo uno respondió que era por insourcing, los demás son por outsourcing.

Figura No. 41 Sistema de Contratación para el mantenimiento?



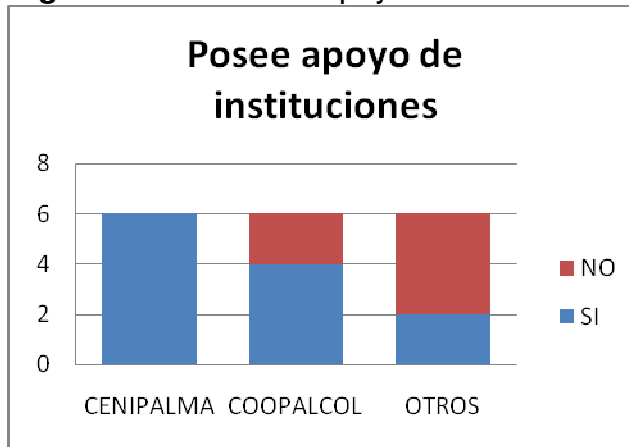
FUENTE: Elaboracion propia

► **Buenas Prácticas Agrícolas:** En cuanto a buenas prácticas agrícolas, el objetivo era indagar en el conocimiento de las RSPO y si se está implementando algún principio.

A esto los cultivos que hacen parte de las plantas extractoras del Magdalena medio socias de Ecodiesel Colombia, respondieron que conocen de la RSPO, sus principios y criterios. En cuanto a si los están implementando, respondieron que están en el proceso de implementación.

- ♦ **I+D:** En cuanto a I+D se indago en el apoyo que reciben por parte de otras instituciones y qué tipo de apoyo recibieron, en cuanto al apoyo, respondieron recibirlo de cenipalma, copalcol como los de apoyo especializado en temas de palma africana y de instituciones como el SENA, el ISS y casas comerciales en otros temas. El apoyo que reciben por parte de las instituciones mencionadas anteriormente van enfocadas a capacitaciones, transferencia tecnológica e investigaciones.

Figura No. 42 Posee apoyo de instituciones



FUENTE: Elaboracion propia

2. PLANTAS EXTRACTORAS

Los resultados de las encuestas se basaron en la información entregada por las 5 de las 7 plantas extractoras, en lo relacionado con la planta, es de mencionar que Las 2 plantas que no se posee información se debe la dificultad que se tuvo para poder acceder al personal clave de las empresas.

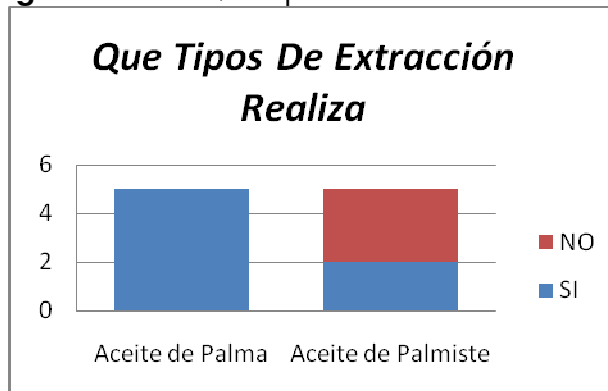
- ♦ **Talento humano:** El personal que se emplea para la planta en cargos como Gerente; Jefe de producción y Jefe de mantenimiento, se caracteriza por emplear personal con estudios universitarios y/o especializaciones. En el caso del Gerente la experiencia que maneja en todos los casos es superior a 8

años y llegando en algunos casos a superar los 20 años. Para el área del laboratorio, el personal empleado son tecnólogos o técnicos.

El personal que hace parte de las plantas extractoras de la región del Magdalena medio recibe capacitaciones ya sea por Cenipalma o el Sena. Estas capacitaciones están enfocadas hacia las labores propias de la planta, así como las relacionadas con el bienestar del trabajador.

- ▶ **PRODUCCIÓN:** De las plantas encuestadas solo 2 realizan los dos tipos de extracción, las otras tres realizan solo extracción de aceite de palma.

Figura No. 43 Que tipo de extracción realiza?



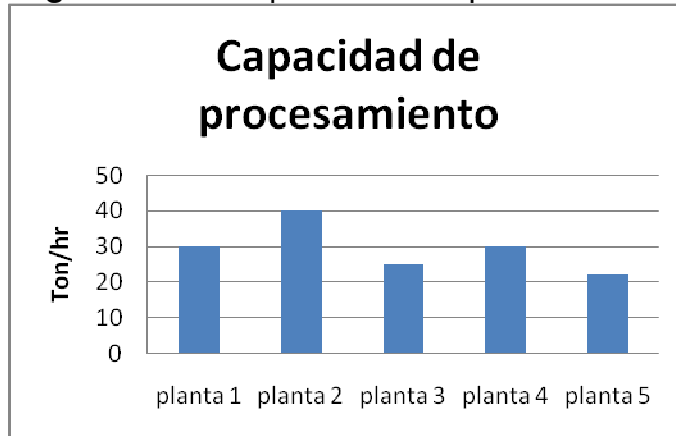
FUENTE: Elaboración propia

De las extractoras encuestada, solo una no posee cultivos, es de resaltar que en todos los casos, se poseen ingenieros agrónomos los cuales se encargan de garantizar el buen funcionamiento de los cultivos propios y de brindar asesorías a los proveedores de fruto.

* **EXTRACCION DE ACEITE DE PALMA**

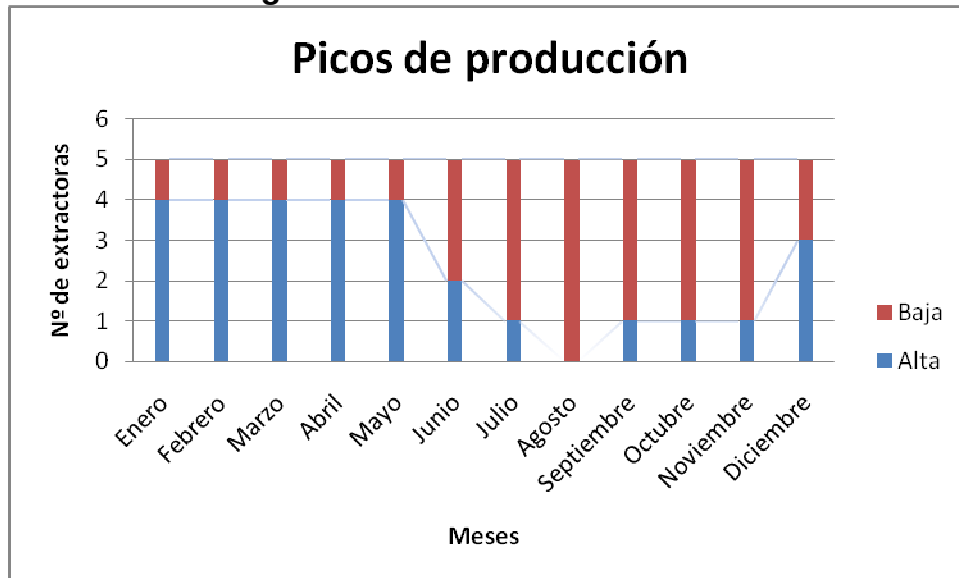
El gráfico No. 42 muestra que las capacidades de procesamiento de RFF de las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A, varían entre 22 a 40 toneladas por hora. Presentando mayores picos de producción en los primeros meses del año.

Figura No. 44 Capacidades de procesamiento



FUENTE: Elaboracion propia

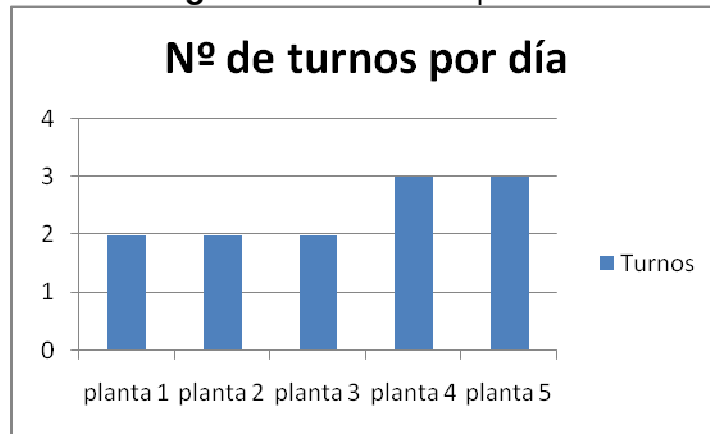
Figura No. 45 Picos de Producción.



FUENTE: Elaboracion propia

Los turnos que se manejan en las plantas son de 2 o 3 turnos y en todos los casos estos turnos son de 8 horas cada uno.

Figura No. 46 Turnos por día

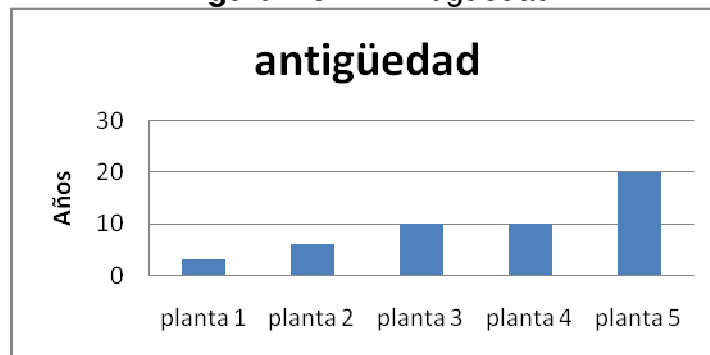


FUENTE: Elaboracion propia

*** PROCESO DE EXTRACCIÓN**

1. Recepción Y Pesaje De Rff: Para el pesaje de los RFF en todos los casos se emplean básculas Camioneras, la antigüedad de este equipo en su mayoría superan los 10 años, solo 2 tienen básculas de menos de 6 años.

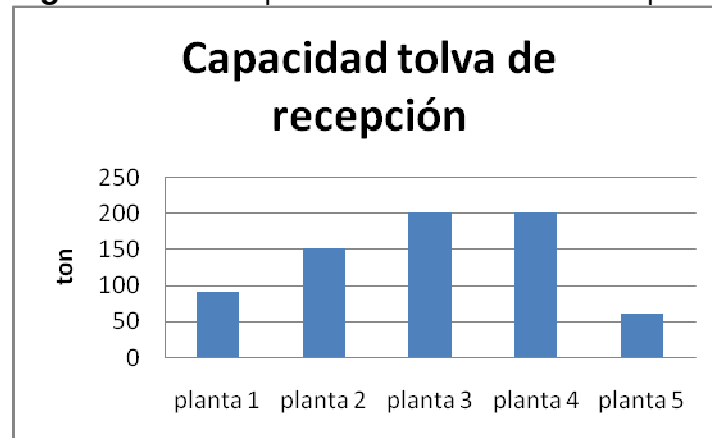
Figura No. 47 Antigüedad



FUENTE: Elaboracion propia

La capacidad de las tolvas de recepción varia en todos los casos, aunque existe una relacion entre la capacidad de la tolva y la capacidad de la planta.

Figura No. 48 Capacidad de la tolva de recepción



FUENTE: Elaboracion propia

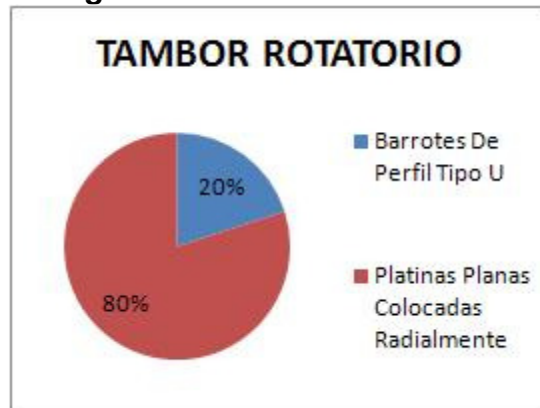
Para el traslado de los RFF a los esterilizadores se hace por medio de vagonetas colocados en rieles, los cuales son halados por motores manejados manualmente por operarios, las capacidades de dichas vagonetas varían entre 1 y 5 ton.

Dentro de las actividades novedosas que se han implementado en el proceso de extracción esta el fracturado o desgarrado de los RFF, actividad que hace que la esterilización sea más efectiva. Dentro de las extractoras encuestadas, 2 realizan esta actividad mediante un fracturador y estos equipos no tienen más de un año de funcionamiento.

2. Esterilización: Para el proceso de esterilización, las extractoras encuestadas lo hacen por el método convencional y el equipos es un autoclave horizontal con capacidades entre 12.5 ton y 28.6 ton, la antigüedad de estos equipos es de más de 8 años.

3. Desfrutación: Las extractoras encuestadas en la actividad de desfrutación usan desfrutadores de tambor rotatorio con platinas planas colocadas radialmente, solo una respondió que usa tambor rotatorio con barrotes de perfil tipo U.

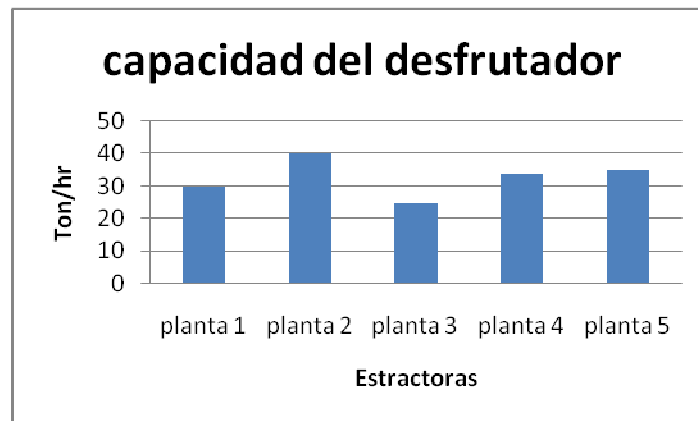
Figura No. 49 Tambor rotatorio



FUENTE: Elaboracion propia

Las capacidades de los desfrutadores en cada una de las extractoras varia entre los 25 ton/hr y 40 ton/hr. El uso final que le dan al racimo de fruto fresco es de fertilizante para la gran mayoría, una solo lo incinera y otra no le tiene uso solo lo regala.

Figura No. 50 Capacidad del desfrutador

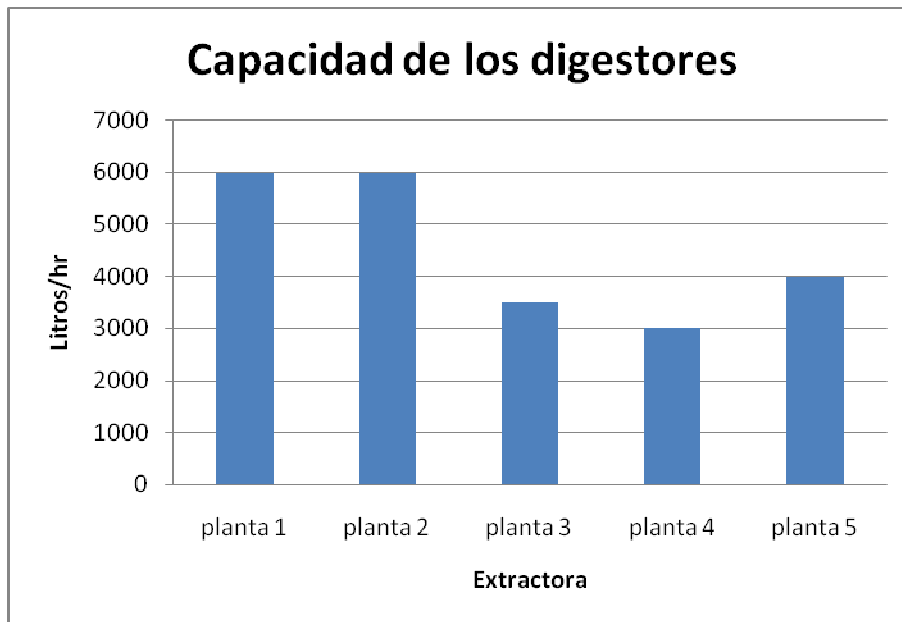


FUENTE: Elaboracion propia

4. Digestión: El proceso de digestión hace que los frutos separados durante el desfrute junto con las espigas son recalentados y el mesocarpio removido de las nueces en preparación para el prensado. Todas las plantas extractoras que hacen parte del presente estudio llevan a cabo este proceso a través de un cilindro precalentado y provisto de un eje con brazos

agitadores, conocidos como digestor. La capacidad de este equipo varía entre 3000 litros/hr y 6000 litros/hr.

Figura No. 51 Capacidad de los digestores

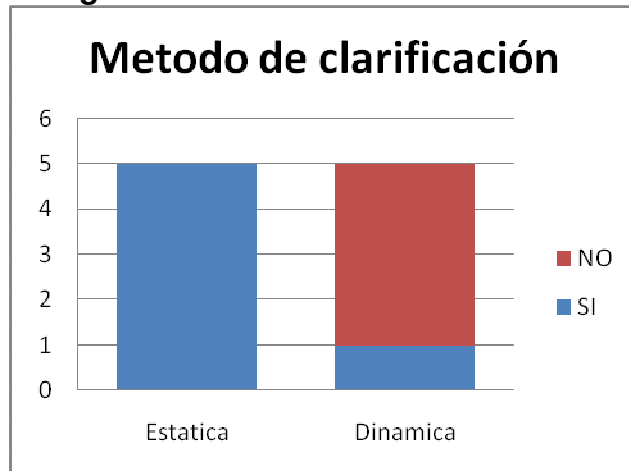


FUENTE: Elaboracion propia

5. Extracción: Para este proceso todas las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A, usan prensas P9 de doble tornillo, con capacidades de 22 a 30 toneladas por hora.

6. Clarificación: Para el proceso de clarificación, el método utilizado por las extractoras es la estática, solo una manifestó utilizar los dos métodos (estática y dinámica).

Figura No. 52 Método de Clarificación

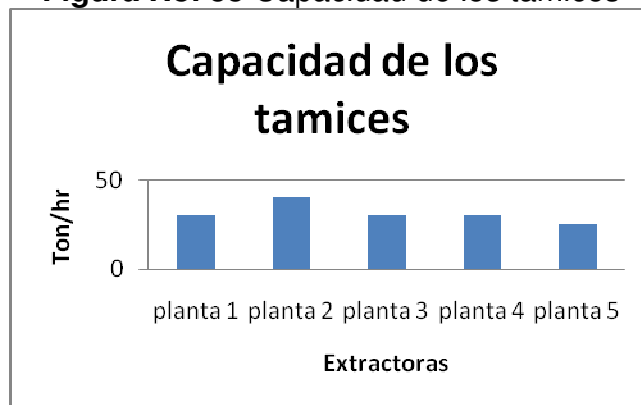


FUENTE: Elaboracion propia

Dentro de los equipos empleados en la clarificación esta:

- Tanque desarenador: todas las extractoras encuestadas tienen tanques desarenadores y estos tienen entre 5 y 10 años de antigüedad.
- Tamices: Todas las extractoras encuestadas utilizan tamices vibratorios y la capacidad de los mismos oscila entre los 25 ton/hr y 40 ton/hr. Y la antigüedad de los mismos es inferior a 5 años a excepción de una planta que manifestó tener 10 años de antigüedad.

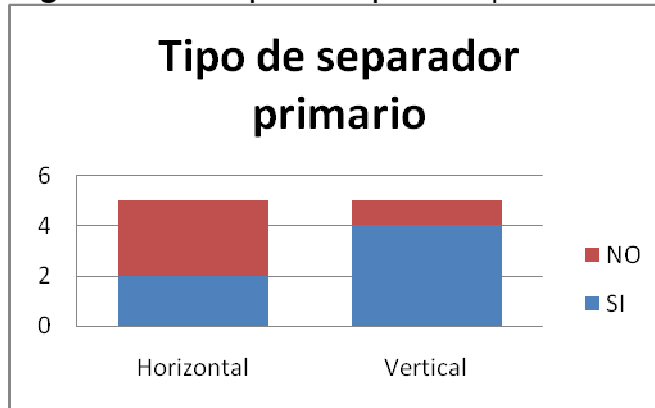
Figura No. 53 Capacidad de los tamices



FUENTE: Elaboracion propia

- Separador Primario: Todas las extractoras encuestadas utilizan separador primario, el tipo más usado es el vertical, una manifestó usar solo el horizontal y otra manifestó usar los dos tipos (horizontal y vertical).

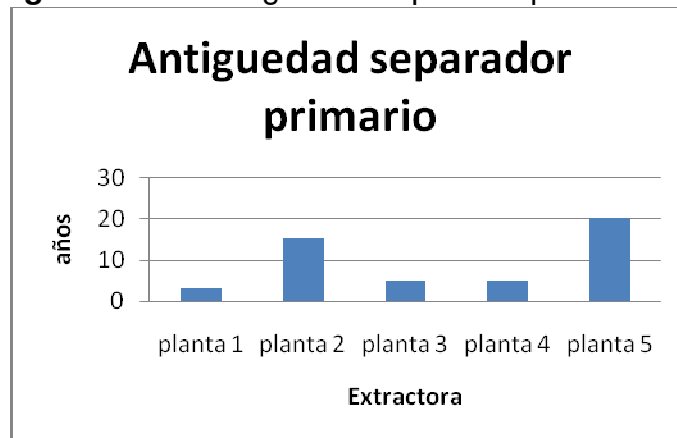
Figura No. 54 Tipo de separador primario



FUENTE: Elaboracion propia

La antigüedad de los equipos oscila entre los 5 a 20 años, solo 2 plantas tienen tanques adicionales de 3 años de antigüedad.

Figura No. 55 Antigüedad separador primario

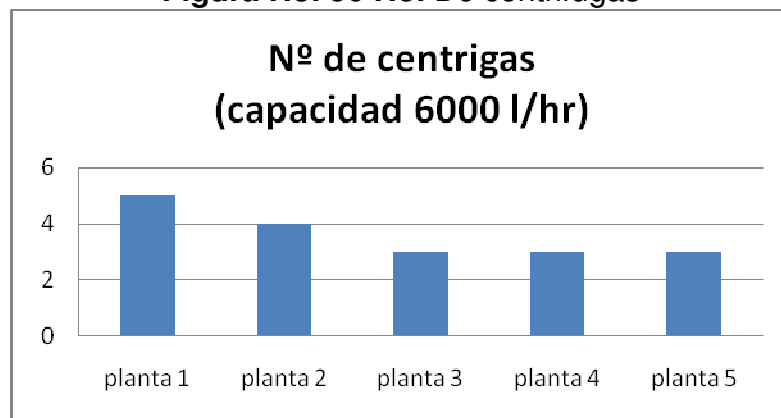


FUENTE: Elaboracion propia

- Tanques de lodo: Todas las extractoras encuestadas tienen tanques de lodos.

- **Tanque sedimentador:** Todas las extractoras encuestadas tienen tanques sedimentador.
- **Secadores de aceite:** Todas las extractoras encuestadas utilizan secadores de aceite al vacio, las capacidades de los equipos oscilan entre las 10 ton/hr y 50 ton/hr
- **Centrifugas:** Todas las extractoras encuestadas poseen centrifugas, la variación entre una extractora y la otra está en el numero de centrifugas que poseen, ya que la capacidad de las mismas es de 6000 litros/hr

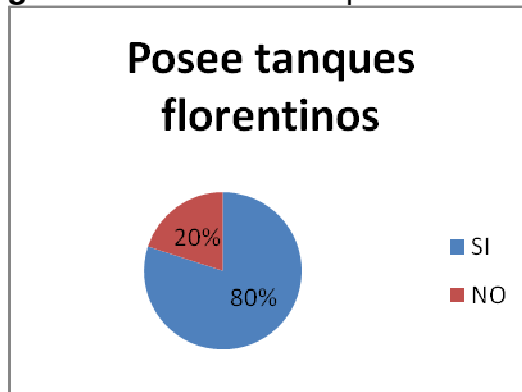
Figura No. 56 No. De centrifugas



FUENTE: Elaboracion propia

- **Pozos o tanques florentinos:** De las extractoras encuestadas solo una respondió no tener tanques florentinos.

Figura No. 57 Posee tanques florentinos



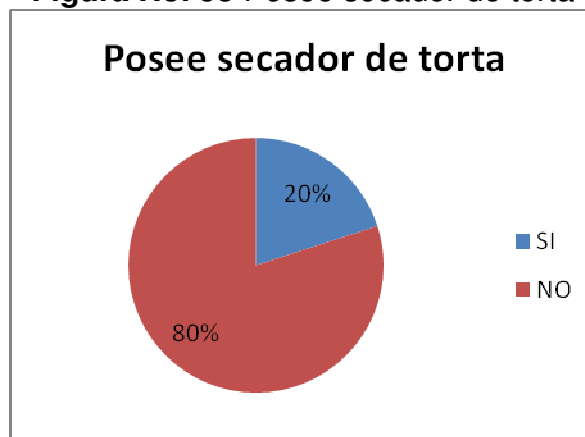
FUENTE: Elaboracion propia

- **Lagunas de oxidación:** Todas las extractoras encuestadas poseen lagunas de oxidación, los tipos de laguna que utilizan son: facultativas; anaeróbicas; de equalización; oxidación metanogenias

Z. **Desfibración:** Para este proceso todas las plantas extractoras del Magdalena Medio que son socias de Ecodiesel Colombia S.A utilizan los siguientes equipos:

- **Secador de torta:** De las extractoras encuestadas 1 usan secador de torta y la antigüedad del equipo es de 10 años.

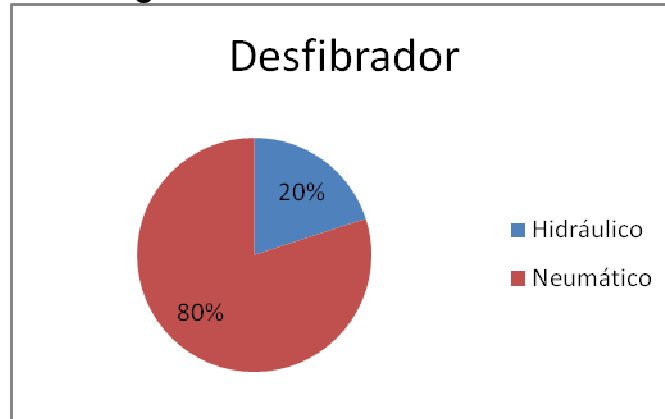
Figura No. 58 Posee secador de torta



FUENTE: Elaboracion propia

- Desfibrador: De las extractoras encuestadas 4 utilizan desfibradores neumáticos y una utiliza desfibrador hidráulico.

Figura No. 59 Desfibrador

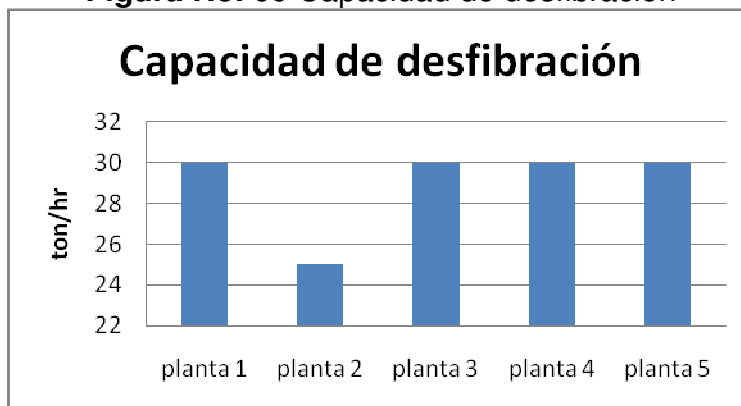


FUENTE: Elaboracion propia

- Tambor pulidor: Todas las extractoras encuestadas usan tambor pulidor.

La capacidad de desfibración de las plantas extractoras oscila entre los 25 ton a 30 ton.

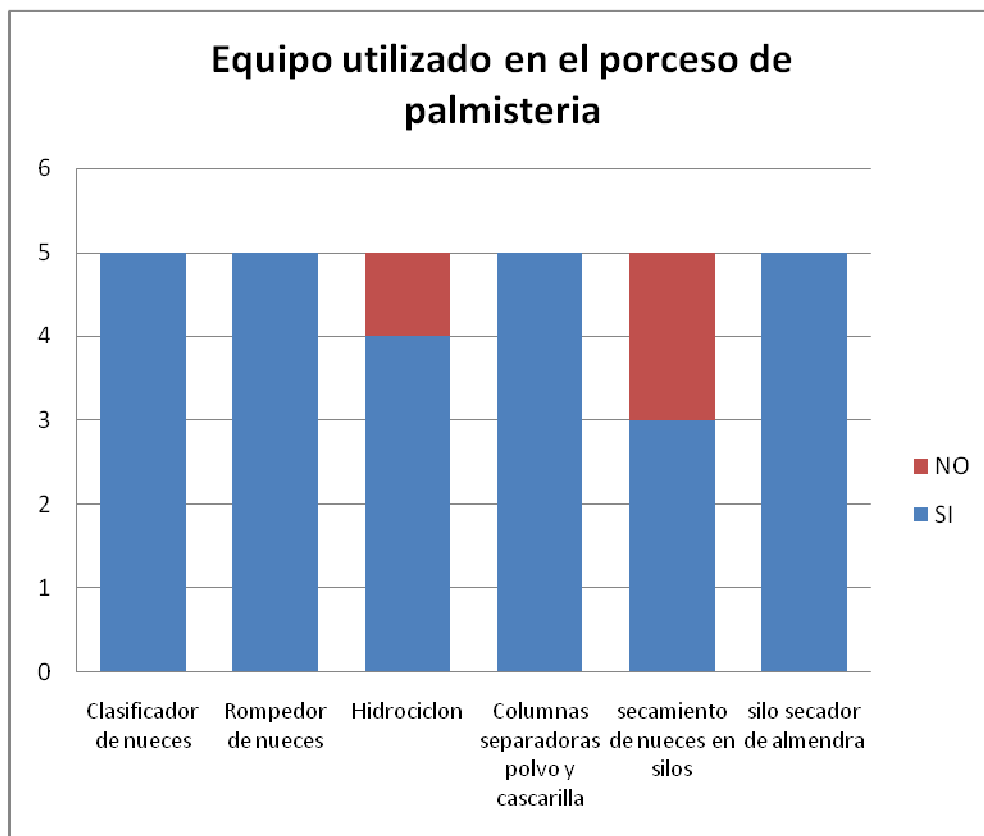
Figura No. 60 Capacidad de desfibración



FUENTE: Elaboracion propia

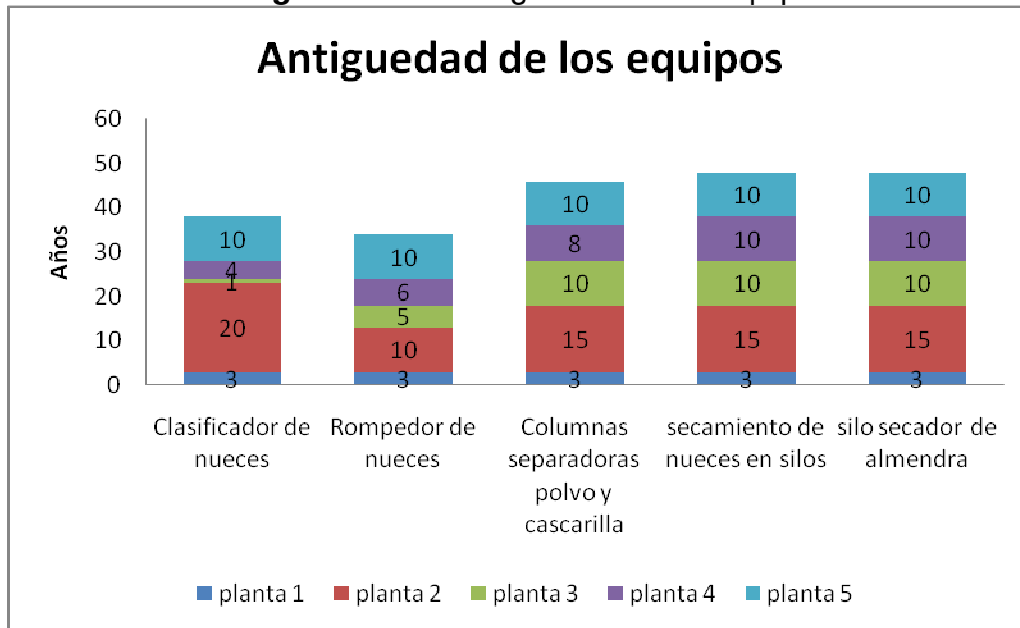
8. Proceso De Palmisteria: Este proceso se caracteriza porque las plantas extractoras de aceite de palma que son socias de Ecodiesel Colombia S.A poseen todas clasificador de nueces, rompedor de nueces de tipo ripple mil, solo una posee hidrociclones los cuales hacen la función de separar las almendras de las cascaras por diferencia de gravedad especifica, la mayoría usa para el secamiento de las nueces el de silos solo dos usan el de tipo natural.

Figura No. 61 Equipo utilizado en el proceso de palmisteria



FUENTE: Elaboracion propia

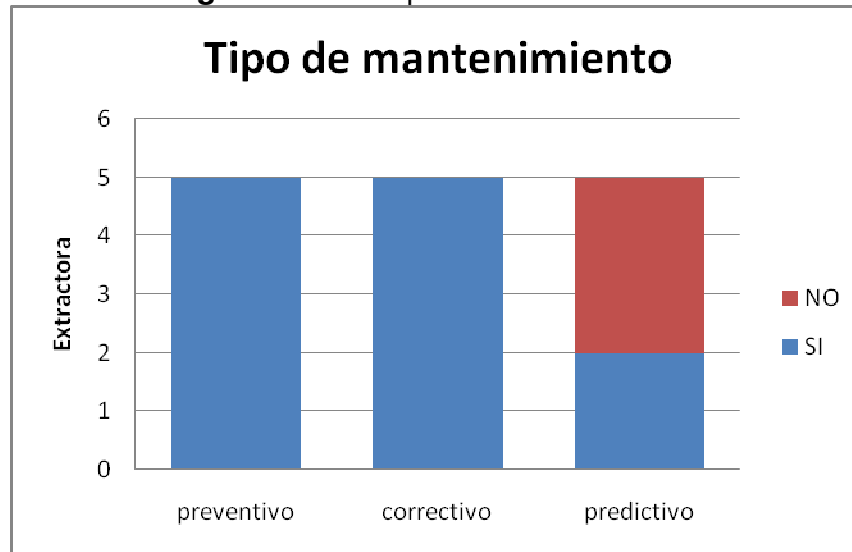
Figura No. 62 Antigüedad de los equipos



FUENTE: Elaboracion propia

- Sistemas de información:** De las extractoras encuestadas, todas usan software, ya sean los básicos como los que ofrece office (word; Excel, power point), o más avanzados como: PALMAS Y UNO; OPERATOR WORKSTATION; SAP y SIIAGE; SISTEMA UNO Y SUPERVISOR. Estos software son especializados y responden a características específicas de cada planta y son usados como herramienta de gestión o como un sistema de control. Este último en aéreas como: esterilización; tanques; unidades hidráulicas; prensas; clarificación y calderas.
- Mantenimiento:** El tipo De Mantenimiento que realizan las extractoras encuestadas es preventivo y correctivo, solo 2 extractoras respondieron hacer mantenimiento predictivo. El mantenimiento en todas las extractoras es hecho por ellos mismos, solo 3 dijeron contratar a personal externo para dicha labor.

Figura No. 63 Tipo de mantenimiento



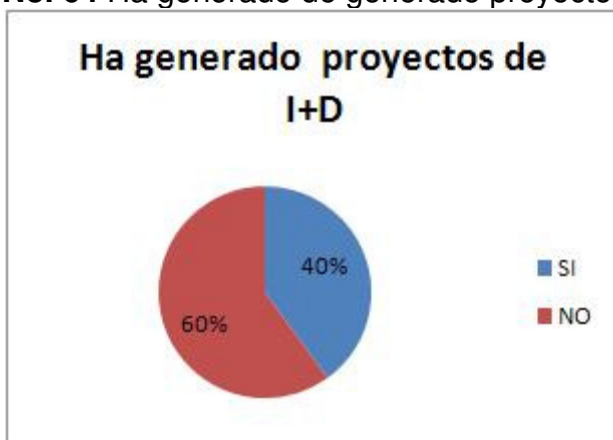
FUENTE: Elaboracion propia

- ♦ **BUENAS PRÁCTICAS AGRICOLAS:** Todas las extractoras encuestadas respondieron apoyar o incentivar las BPA a sus proveedores de la siguiente forma:
 - Los ingenieros Agrónomos realizan visitas y charlas técnicas a los proveedores de fruto.
 - Censos de producción
 - Capacitación teórica y práctica

También en su totalidad respondieron conocer e implementar *Los Principios Y Criterios De La RSPO* en temas como: Responsabilidad social e impacto ambiental y lo relacionado con la BPM

- ♦ **I+D:** Ninguna de las extractoras posee un departamento de I+D, esto se debe a que existe una institución dedicada a esto, la cual es CENIPALMA. En cuanto a la generación de proyectos de I+D solo 2 respondieron que si lo hacían, entre estos esta manejo en calidad de vertederos y uso de biomasa, por mencionar algunos.

Figura No. 64 Ha generado de generado proyectos de I+D



FUENTE: Elaboracion propia

Aun cuando las extractoras no poseen un departamento de I+D, todas respondieron que han participado o apoyado proyectos de I+D externos a la organización, con instituciones como CENIPALMA, la UIS y FEDEPALMA, uno de los mayores logros en los últimos meses es el desarrollado con FEDEPALMA y las extractoras, este es el PLAN SOMBRILLA.

3. PROCESOS INDUSTRIALES

3.1 Refinación de aceite

- ♦ **Talento humano:** Santandereana de aceites en su área de producción cuenta con 32 empleados, distribuidos entre operarios y auxiliares de planta como de maquinaria ya sea de refinación, fraccionamiento, cristalización de sólidos, margarinas, preparación de formulaciones de líquidos y de mas áreas de producción de la empresa. Dichos empleados tienen formación académica de bachilleres y su nivel de experiencia ha sido toda en la organización. Los cargos medios son todos ingenieros químicos de la Universidad Industrial de Santander.

Santandereana de aceite posee un sistema de capacitación de forma cíclica, la cual la realizan personal propio de la empresa, esto se debe a que no hay instituciones regionales dedicadas a capacitaciones en áreas relacionadas con la refinación de aceites y grasas, dichas capacitaciones en Saceites son dictadas por el jefe de producción, jefe de investigación y desarrollo, jefe de control de calidad y el gerente técnico, encargados de dictar y evaluar al personal capacitado. Este sistema de capacitación da oportunidades para que los cargos de niveles bajos tengan oportunidades de crecer en la empresa, creando así un gran sentido de pertenencia entre todos los empleados que forman la familia santandereana de aceites.

- ✦ **Producción:** Santandereana de aceites suministra productos y servicios basados en aceites y grasas, los cuales son clasificados entre consumo masivo, consumo industrial y aseo y limpieza. Dentro de los productos a destacar de palma de aceite se tienen aceites líquidos los cuales se sacan 100% oleína de palma, aceites cremosos, aceites sólidos o mantequillas, margarinas industriales y margarinas para mesa y cocina.

Los procesos de transformación existentes en Santandereana de Aceites S.A que se relacionan con la obtención de aceites y margarinas para el consumo humano hechos de aceites de palma, comprenden la refinación, fraccionamiento y empaque, cuya capacidad instalada es de 3000 toneladas/mes para refinación, 1650 toneladas/mes para fraccionamiento y 3500 toneladas/mes para empaque. El promedio de producción en productos terminados de Saceites S.A es de 2200 a 2400 toneladas mensuales y su capacidad utilizada para la planta de refinación es el 78% y para la planta de fraccionamiento es el 83%.

Todos los procesos en santandereana de Aceites son netamente físicos, bien sea por lo favorable que son para el medio ambiente, como por las

posibilidades económicamente técnicas de producir aceites y mezclas de grasas y vegetales.

Dentro de los procesos de transformación existentes en Santandereana de Aceites se destacan:

* **Refinación:** La refinación del aceite se da por medio físico donde las variables preponderantes son la temperatura, presión y el tiempo de residencia en cada uno de las distintas etapas del proceso. La refinación se concibe en dos secciones principales, el pre tratamiento o acondicionamiento previo (el cual se divide a su vez en secado, desgomado, filtración y blanqueo) y la desodorización que tiene como objetivo principal convertir un aceite crudo en aceite apto para consumo humano. Las etapas que hacen parte de la refinación son:

- Almacenamiento: aquí se usan tanques cilíndricos y verticales, sistema de cargue de aceites, bombas, sistemas de calentamiento y tuberías de circulación, todo lo anterior con una antigüedad de 26 años, debido a que la tecnología es originaria del año 83 pero con ciertas modificaciones hechas por la misma empresa siendo el caso del sistema de bombas que del original no queda nada y una redistribución del sistema de almacenamiento, que en promedio con las modificaciones realizadas el equipo de almacenamiento incluyendo tanques y bombas tiene un promedio de 15 años de uso. La capacidad de todo el sistema de almacenamiento es de 1500 toneladas/mes.

- Blanqueo y Desgomado: para el caso del blanqueo se usa un tanque blanqueador reactor o un tanque para tener el aceite en contacto con la tierra de blanqueo, un sistema de vacío, un sistema de calentamiento y filtros de placas para retención de la tierra, para el otro caso que es el

desgomado se hace un desgomado ácido, con capacidad de 50 toneladas y con 25 años de antigüedad los equipos.

- Desodorizador: el aceite ya blanqueado pasa a la sección de desodorización a través de un desaireador, además de este equipo en esta etapa se usan también un desgasificador, un enfriador, un sistema de vacío y un desodorizador semicontinuo. Todo lo anterior con una capacidad de 50 toneladas/ día y 25 años de antigüedad.

Cabe mencionar que de las etapas anteriormente mencionadas se les ha realizado renovaciones tecnológicas en cuanto a software, es decir sistemas de control, además de encontrar etapas semi-automatizadas o totalmente automatizadas como es el caso de la etapa de desodorización.

Actualmente la empresa está trabajando en la ampliación de una de las refinerías, doblando la capacidad de producción e incorporando tecnología de punta.

* **Fraccionamiento:** Santandereana de Aceites S.A realiza un proceso de fraccionamiento en seco, cuya función principal es separar el sólido y líquido que pueden usarse cada uno por separado en diversas aplicaciones tanto comestibles como en la fabricación de jabones. los equipo que utiliza este proceso: tanques de homogeneización, tanque de medición, cristalizadores cilíndricos, filtros membrana y filtro rotatorio. Todo el proceso posee una capacidad de 50 toneladas/día, se encuentra totalmente automatizado.

- ♦ **Sistemas De Información:** Un sistema de información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de la organización, para esto Santandereana de aceites cuenta con software de control desarrollados por ellos mismos, además de tener en la refinería todo el proceso de desodorización y fraccionamiento automatizado, y para las

etapas previas como el pretratamiento y blanqueo son semiautomático, todo lo anterior con una antigüedad de 5 años en promedio.

- ▶ **Mantenimiento:** Santandereana de aceites posee un sistema de mantenimiento el cual se divide en tres clases siendo estos, el predictivo que abarca un 80%, preventivo con un 15% y el correctivo con un 5%. Todo el proceso de mantenimiento es realizado por los técnicos propios de la organización los cuales son especialistas en plantas de refinación, para el resto de etapas son los mismos operarios de cada equipo los encargados de realizar el respectivo mantenimiento. Para los equipos rotativos se usa un sistema de análisis de vibraciones, que se ejecuta por el plan de mantenimiento que posee la empresa, en general Saceites para el mantenimiento en el área de producción para la planta de refinación o de fraccionamiento cada 45 días, por 12 horas, realizando el respectivo mantenimiento en la noche para luego seguir su funcionamiento en el día.

- ▶ **Sistemas Integrados De Gestión:** Santandereana de Aceites posee certificación en ISO 9000, Certificación IQNET ISO 9001:2000, Certificación BASC y actualmente se encuentran cumpliendo el decreto 3075 de 1999 que habla de todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos. Cabe destacar que Santandereana de Aceites S.A fue merecedora del premio Ecoprofit, los cuales son otorgados por La Universidad Industrial de Santander, la Corporación Ecoeficiencia, operador del Nodo de Producción más limpia de Santander y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Para aquellas empresas que han cumplido con la legislación ambiental, participación del equipo ambiental y el empleo de soluciones de producción más limpia y de indicadores ambientales. Saceites fue la empresa ganadora en la categoría Gran Empresa 2008-2009. Por ser una organización dedicada a la manufactura y comercialización de aceites, margarinas y grasas comestibles, con los más altos estándares de calidad bajo la norma ISO 9001:2000 y bajo los

estándares BASC para exportación de sus productos. Además están buscando la certificación en HASSAP Y BPM.

- ♦ **I+D+i:** Santandereana de aceites posee un departamento de investigación y desarrollo, el cual ha generado grandes proyectos, los cuales han favorecido y mejorado a todas las etapas del proceso productivo, además de participar en conjunto en investigaciones con sus proveedores, siendo estas enfocadas hacia el desgomado enzimático el cual se realiza en el proceso de refinación de aceite de soya, también se destaca el desarrollo en la esterilización enzimática para la producción de margarinas, coberturas y grasas especiales para confitería y chocolatería. Para el aceite de palma se resalta el tratamiento con silica buscando mejorar el rendimiento del fraccionamiento. Otro gran desarrollo esta la sustitución de combustibles que son relativamente limpios a partir de los desechos generados por el resto de la cadena productiva del aceite de palma.

Cabe mencionar también que al igual que hacen investigaciones y desarrollos con sus proveedores para las mejoras de la empresa, también realizan proyectos externos en conjunto con la Universidad Industrial de Santander, enfocados hacia alternativas de uso para los aceites que se descartan los restaurantes y estudios de oleoquímica.

3.2 Producción de Biodiesel

- ♦ **Talento Humano:** Ecodiesel Colombia S.A es la primera planta de biodiesel del Magdalena Medio y estará terminada a finales del año 2009, el talento humano que hará parte de esta empresa fue destinado por Ecopetrol a una firma especializada la cual sigue un proceso de reclutamiento y selección de personal totalmente confidencial, dicho personal empezara sus labores dos meses antes de entrar en funcionamiento la planta. Cabe mencionar que el agente capacitador para Ecodiesel en temas de mantenimiento y funcionamiento de los equipos, será su proveedor de tecnología, siendo este DESMET BALLESTRA.

- ♦ **Producción:** Ecodiesel Colombia S.A tiene como proveedor de ingeniería básica y de destalle de corazón de la planta así como el suministro de los equipos centrales de la planta a DESMET BALLESTRA¹²³ el cual posee una tecnología de punta de clasificación clásica siendo esta la de transesterificación que se añade un catalizador básico debido a que posee menores tiempos de reacción a diferencia de los otros catalizadores, el proceso es de tipo Bach y se caracteriza por utilizar la patente Connemann. Para la ingeniería adicional de la planta (periféricos) como tanques, básculas, edificaciones y montaje, a la firma brasilera Dedini.

La planta producirá 100 mil toneladas anuales de biodiesel, equivalentes a 2 mil barriles por día, se mezclará el biodiesel con el diesel que produce la refinería de Barrancabermeja, en un porcentaje del 2%, lo que permitirá reducir el contenido de azufre del ACPM en igual porcentaje y las emisiones de material particulado en aproximadamente 5%¹²⁴.

Respecto a las especificaciones y características de cada uno de los equipos que harán parte de la planta de biodiesel, Ecodiesel Colombia S.A, no se obtuvo mayor información siendo esta de tipo confidencial

- ♦ **Sistemas de información:** Ecodiesel Colombia S.A, va a contar con un sistema de información avanzado, el cual será un sistema básico que generara un flujo de información eficiente y ágil, permitiendo así que llegue información a todos los niveles de la planta de biodiesel en tiempo real.

¹²³ BALLESTRA S.p.A. es una empresa italiana fundada en el año de 1960. Ballestra produce plantas y maquinaria en el sector de la industria química para el proceso de aceites y grasas, sistemas de integración y control para plantas industriales, producción y comercialización de biodiesel.

¹²⁴ ECOPETROL. Perder sí es ganar. [En línea].

<http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetrolera118/rev_refinacion.htm> [citado el 1 julio de 2009].

- ♦ **Mantenimiento:** el mantenimiento que Ecodiesel Colombia S.A piensa establecer es de tipo, predictivo, preventivo y correctivo. No obstante a esto el proveedor de la tecnología DESMET BALLESTRA proveerá asistencia técnica.
- ♦ **Sistemas Integrados De Gestión:** Ecodiesel Colombia S.A iniciara su funcionamiento con el sistema de gestión HSE (Salud Ocupacional, la Seguridad Industrial y el Medio Ambiente) y en el transcurso de su funcionamiento se implementaran los sistemas de gestión documental.
- ♦ **I+D:** La planta de biodiesel no poseerá ningún departamento de I+D, al contrario tendrá un departamento técnico de apoyo.

ANEXO. V PATENTE CONNEMAN

[United States Patent 4,303,590](#)

Tanaka , et al. December 1, 1981

Method for the preparation of a lower alkyl ester of fatty acids

Abstract

The invention provides a novel method for the preparation of a lower alkyl, e.g. methyl, ester of fatty acid by the alcoholysis reaction of fatty acid glyceride, i.e. naturally occurring oils or fats, with a lower alcohol, according to which high-quality products containing very small amounts of colored or coloring impurities are readily obtained without the necessity of troublesome procedure or expensive apparatus as in the conventional methods.

The inventive method is in principle a **two-step alcoholysis reaction** and the product obtained in the first step is **separated from the by-product glycerine** and then subjected to the second alcoholysis reaction followed by admixing of an appropriate amount of water and phase separation so that the undesirable impurities transfer into the aqueous layer and readily separated from the ester product.

[United States Patent , 5,354,878](#)

Connemann , et al. , October 11, 1994

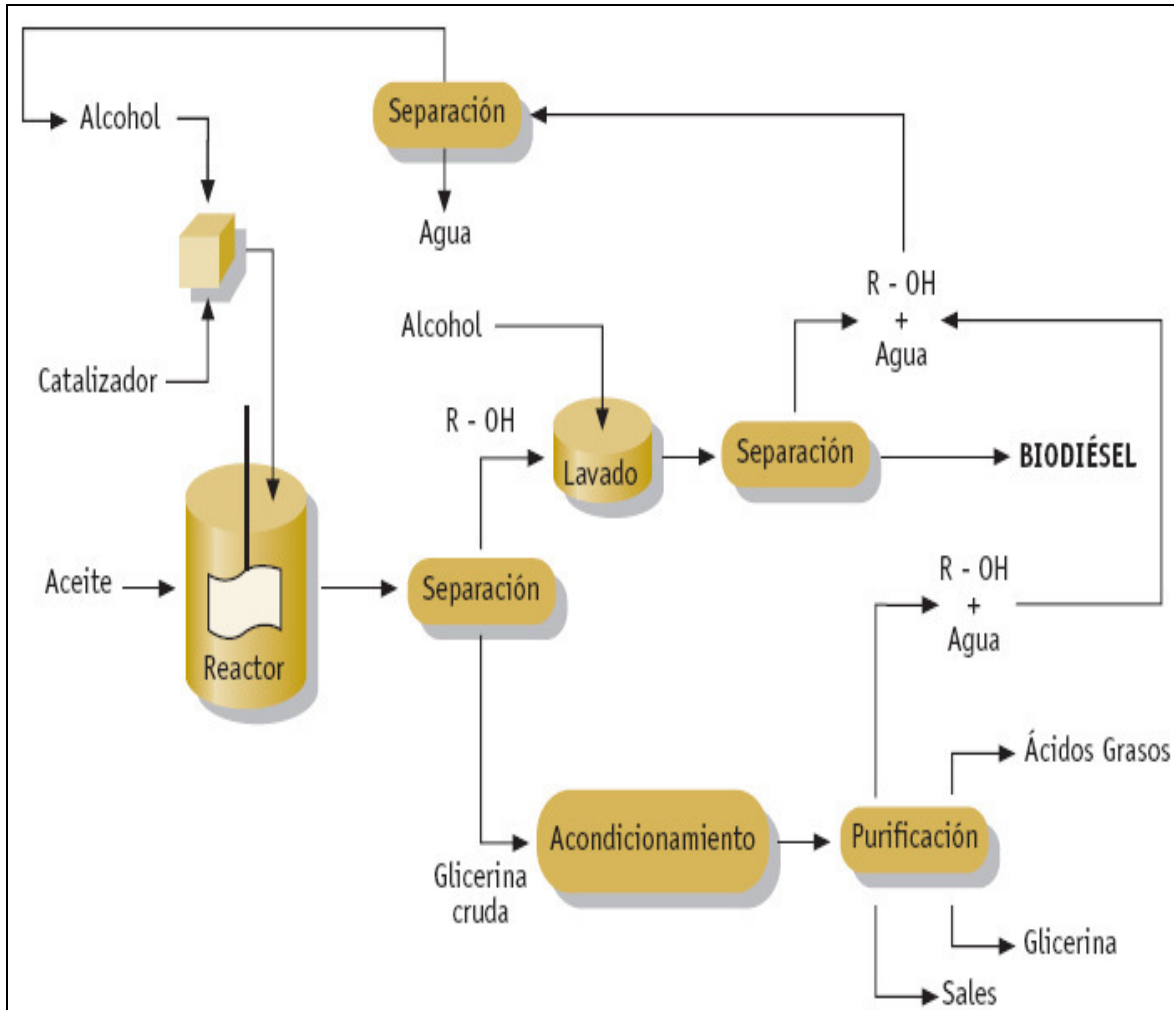
Process for the continuous production of lower alkyl esters of higher fatty acids

Abstract

Production of lower alkyl esters of higher fatty acids from an oil phase and lower alcohols by catalytic transesterification at reaction temperatures of up to 100. C. in the presence of an alkaline catalyst, includes a) introducing a mixture of oil phase, alcohol and catalyst at reaction temperature into the top of a first reactor column, at a rate of flow which is lower than the sinking rate of the glycerine separated from the reaction mixture, b) the reaction mixture is passed into a second reactor for further transesterification, c) the thus obtained reaction mixture is further freed of glycerine in an initial separating stage by means of a short-term washing, d) the reaction mixture is passed into a third reactor with addition of further alcohol and catalyst, and at a rate of flow conforming to the first stage of the process, e) the reaction mixture is further transesterified, f) reaction product is freed of the remaining methanol, glycerine, soaps formed and catalyst in a second separating stage, under addition of an aqueous extraction buffer solution, and g) the reaction mixture is freed of lower alcohols by stripping, washed with suitable extraction and washing solutions and dried.

FUENTE: COLCIENCIAS. Tecnologías de producción de Biodiesel. [En línea]. <<http://www.colciencias.gov.co/portalc/col/downloads/archivosContenido/729.pdf>> [citado el 10 de mayo de 2009].

ANEXO. W DIAGRAMA DE UN PROCESO DE TRANSESTERIFICACIÓN EN DISCONTINUO



FUENTE: LAMOUREUX J. Diseño Conceptual De Una Planta De Biodiesel. [Trabajo de grado] Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, Departamento de ingeniería mecánica; 2007. p35. [En línea]. http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2007/herve_j/sources/herve_j.pdf