

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE A PARTIR DE YUCA AMARGA  
(*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) EN LA CIUDAD DE CARTAGENA.**

ERIKA PATRICIA LAFONT GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

2008

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL CARBURANTE A PARTIR DE YUCA AMARGA  
EN LA CIUDAD DE CARTAGENA.**

ERIKA PATRICIA LAFONT GONZÁLEZ

Proyecto De Grado Para Optar Por El Título De  
Administrador Industrial

Asesor:

Lesly Tejeda Benítez

Ingeniera Química

Magíster en Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

2008

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena de Indias D.T. y C.

12 de mayo de 2008

*A Dios gracias por haber culminado con éxito esta etapa de mi vida y llenarme de fortaleza para no decaer ante los obstáculos presentados a lo largo de mi carrera.*

*A mis papas, Isabel y Alejandro, por depositar su confianza en mí, y por la paciencia que me tuvieron para alcanzar esta meta.*

*A mis hermanos, Alex y Jennifer, por ayudarme cuando más los necesitaba.*

*A Javier por su motivación y apoyo incondicional en todo momento.*

***Erika Patricia Lafont González***

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy sinceramente a las personas que de alguna manera contribuyeron para que este proyecto llegara a un feliz término:

**Menis Mercado**, por acompañarme y ser mi guía

**Alex Lafont**, por ayudarme cuando lo necesite.

**Diliana Rodelo**, por aguantarme todos los días en la oficina

**Geovanni Pereira**, por ser un amigo incondicional

Y todas aquellas personas que con sus comentarios y sugerencias enriquecieron este trabajo de grado.

Cartagena de Indias, Mayo 09 de 2008

Señores:

**COMITÉ DE GRADUACIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
Programa de Administración Industrial  
Universidad de Cartagena

Respetados señores:

En mi calidad de asesor, presento a ustedes el siguiente trabajo de grado, titulado:

**“Estudio de factibilidad para la creación de una planta de producción de alcohol carburante a partir de yuca amarga en la ciudad de Cartagena”**

elaborado por la estudiante **Erika Patricia Lafont González** perteneciente al programa de Administración Industrial de la Universidad de Cartagena.

Manifiesto mi participación en la orientación y mi conformidad con la información que este incluye.

Cordialmente,

**LESLY TEJEDA BENITEZ**  
Asesor de Anteproyecto

Cartagena de Indias, Mayo 09 de 2008

Señores:

**COMITÉ DE GRADUACIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
Programa de Administración Industrial  
Universidad de Cartagena

Respetados señores:

A continuación presento a su consideración el trabajo de grado: **“Estudio de factibilidad para la creación de una planta de producción de alcohol carburante a partir de yuca amarga en la ciudad de Cartagena”** como requisito para obtener el título profesional de Administrador Industrial, otorgado por la Universidad de Cartagena.

Cordialmente,

**ERIKA LAFONT GONZÁLEZ**  
Código 49200020046

## CONTENIDO

		Pág.
	INTRODUCCIÓN	1
0.1.0	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
0.1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
0.2.0	JUSTIFICACIÓN	6
0.3.0	OBJETIVOS	10
0.3.1	OBJETIVO GENERAL	10
0.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
0.4.0	MARCO REFERENCIAL	11
0.4.1	ANTECEDENTES	11
0.4.2	MARCO HISTÓRICO	13
0.4.3	MARCO TEÓRICO	15
0.4.4	MARCO CONCEPTUAL	25
0.4.5	MARCO LEGAL	27
0.5.0	DISEÑO METODOLÓGICO	32
0.5.1	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	32
0.5.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
0.5.3	FUENTES Y RECOLECCIÓN DE DATOS	32
0.5.4	METODOLOGÍA	33
1.0	ESTUDIO DE MERCADO	34
1.1	SEGMENTACIÓN DE MERCADOS	34
1.1.1	ESTADOS UNIDOS	35
1.1.2	UNIÓN EUROPEA	37
1.1.3	REGION CARIBE	39
1.2	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	41
1.3	ANÁLISIS DEL MACRO Y MICRO ENTORNO	46
1.3.1	ENTORNO DEL PRODUCTOR	46
1.3.2	ENTORNO DEL ESTADO	52



1.3.3	ENTORNO DE LOS CLIENTES	56
1.3.4	ENTORNO DEL USUARIO	60
2.0	ESTUDIO TÉCNICO	64
2.1	TAMAÑO DEL PROYECTO	64
2.2	MATERIA PRIMA	64
2.2.1	CANTIDAD DE YUCA REQUERIDA	66
2.2.2	ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA	67
2.2.3	IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE NUCLEOS PRODUCTIVOS	68
2.2.4	COSTOS DE PRODUCCIÓN	70
2.3	ESTRUCTURA GENERAL DEL PROCESO	73
2.3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	74
2.4	ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	77
2.5	CANTIDAD DE ENERÍA OBTENIDA	87
2.6	LOCALIZACIÓN DE PLANTA	87
2.7	INVERSIONES	89
2.7.1	TERRENO	89
2.7.2	MAQUINARIA	90
2.7.3	EQUIPOS DE OFICINA	91
3.0	ESTUDIO ORGANIZATIVO	92
3.1	TIPO DE SOCIEDAD	92
3.1.1	REQUISITOS PARA LA INSCRIPCIÓN	92
3.2	DISEÑO ADMINISTRATIVO	93
3.2.1	DESCRIPCIÓN DE CARGOS	95
3.3	NORMAS A TENER EN CUENTA EN LA ORGANIZACIÓN Y PROCESOS	98
4.0	ESTUDIO FINANCIERO	99
4.1	SERVICIO DE LA DEUDA	99

4.2	PROYECCIÓN DE LAS VENTAS	100
4.3	ESTADO DE RESULTADOS	101
4.4	ESTADO DE FLUJO NETO DEL PROYECTO	103
4.5	BALANCE GENERAL	104
4.6	FLUJO NETO DEL PROYECTO	105
4.7	CÁLCULO DE LA TIR Y VPN	106
4.7.1	TASA INTERNA DE RETORNO	106
4.7.2	VALOR PRESENTE NETO	107
5.0	IMPACTO SOCIO – ECONÓMICO Y AMBIENTAL	108
5.1	IMPACTO SOCIO – ECONÓMICO	108
5.1.1	IMPACTOS DE CORTO PLAZO	108
5.1.2	IMPACTOS DE LARGO PLAZO	109
5.2	IMPACTO AMBIENTAL	109
5.2.1	SUBPRODUCTOS DEL PROCESO INDUSTRIAL	109
5.2.2	APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS OBTENIDOS	110
5.2.3	EFFECTOS DEL USO DEL ETANOL COMO OXIGENANTE DE LA GASOLINA	111
	CONCLUSIONES	115
	RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFIA	118
	ANEXOS	123

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura No. 1.</b> Colombia. Áreas proyectadas para producir alcohol Carburante	39
<b>Figura No. 2.</b> Principales factores a considerar por él posible productor De alcohol carburante	47
<b>Figura No. 3.</b> Aspectos de interés y compromiso del estado, en el Desarrollo de plantas productoras de alcohol carburante	53
<b>Figura No. 4.</b> Esquema actual de distribución de gasolinas	57
<b>Figura No. 5.</b> Cambios requeridos para la venta de gasolina oxigenada	57
<b>Figura No. 6.</b> Factores de interés que inciden en los negocios de los Grandes clientes o distribuidores	58
<b>Figura No. 7.</b> Esquema de interacción cliente – gasolina oxigenada	61
<b>Figura No. 8.</b> Estructura del Proceso	73
<b>Figura No. 9.</b> Maquina lavadora – peladora de yuca	78
<b>Figura No. 10.</b> Rallador de yuca	80
<b>Figura No. 11.</b> Tamiz rotatorio. Parte interna	81
<b>Figura No. 12.</b> Tamiz rotatorio. Parte externa	82
<b>Figura No. 13.</b> Canales para sedimentación de yuca	83
<b>Figura No. 14.</b> Estructura Interna del cangilón	84
<b>Figura No. 15.</b> Distribución física de la planta	89
<b>Figura No. 15.</b> Organigrama	94

## LISTADO DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>Gráfico No. 1.</b> Colombia. Reservas de petróleo. 1990 – 2006.	2
<b>Gráfico No. 2.</b> Producción de yuca (ton /año). 1995 – 2006.	7
<b>Gráfico No. 3.</b> Rendimiento de yuca (Kg/Ha). 1995 -2006.	8
<b>Gráfico No.4.</b> Productores de alcohol carburante ano 2004.	14
<b>Gráfico No. 5.</b> Bolívar. Producción de cultivos permanentes año 2005.	19
<b>Gráfico No. 6.</b> EEUU. Producción de etanol. 2002 – 2006.	36
<b>Gráfico No. 7.</b> Colombia. Zona noroccidental. Venta gasolina motor mayorista BPDC. 1995 – 2005.	40
<b>Gráfico No. 8.</b> Bolívar. Venta gasolina motor a mayorista. 1995 – 2005.	41
<b>Gráfico No. 9.</b> Cartagena. Comportamiento de la demanda de etanol y gasolina.	45
<b>Gráfico No. 10.</b> Colombia. Distribución consumo de yuca.	67
<b>Gráfico No. 11.</b> Bolívar. Área cosechada y producción de yuca. 2002 – 2006.	68
<b>Gráfico No. 12.</b> Bolívar. Rendimiento de yuca por hectárea.	71
<b>Gráfico No. 13.</b> Flujo Neto del Proyecto	106

## LISTADO DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla No. 1.</b> Comparación de emisiones gasolina corriente Vs mezcla E10	3
<b>Tabla No. 2.</b> Colombia. Cultivos utilizados para la producción de etanol y sus rendimientos	21
<b>Tabla No. 3.</b> Colombia. Producción de alcohol carburante por día.	22
<b>Tabla No. 4.</b> Cartagena. Estadísticas refinería Ecopetrol. 1990 – 2007.	43
<b>Tabla No. 5.</b> Cartagena. Proyección de la demanda gasolina – etanol. 2008 – 2012	44
<b>Tabla No. 6.</b> Cartagena. Proyección de la demanda gasolina - etanol. 2008 – 2012	44
<b>Tabla No. 7.</b> Cartagena. Demanda proyectada anual de gasolina y alcohol carburante. 2008 – 2012.	45
<b>Tabla No. 8.</b> Colombia. Marco legal.	48
<b>Tabla No. 9.</b> Análisis de las variedades de yuca.	65
<b>Tabla No. 10.</b> Matriz DOFA.	65
<b>Tabla No. 11.</b> Bolívar. Numero de hectáreas Ha de yuca sembradas, cosechadas y su producción en municipios seleccionados. 2005 – 2006.	70
<b>Tabla No. 12.</b> Costos de producción. Tradicional.	71
<b>Tabla No. 13.</b> Costos de producción. Tecnificadas	72
<b>Tabla No. 14.</b> Especificaciones de la Bascula	77
<b>Tabla No. 15.</b> Otros equipos necesarios para la destilación de alcohol.	86
<b>Tabla No. 16.</b> Calificación de factores.	88
<b>Tabla No. 17.</b> Inversión inicial terrenos.	90
<b>Tabla No. 18.</b> Inversión inicial maquinarias.	91
<b>Tabla No. 19.</b> Inversión en equipos de oficina.	91
<b>Tabla No. 20.</b> Requerimiento de personal y salario mensual.	98
<b>Tabla No. 21.</b> Variables del Préstamo	99
<b>Tabla No. 22.</b> Servicio de la Deuda	99
<b>Tabla No. 23.</b> Proyecciones de Venta	100
<b>Tabla No. 24.</b> Estado de Resultado	102
<b>Tabla No. 25.</b> Flujo de Efectivo	103
<b>Tabla No. 26.</b> Balance General Proyectado	104
<b>Tabla No. 27.</b> Flujo Neto del Proyecto	105
<b>Tabla No. 28.</b> Comparación de la emisiones gasolina corriente Vs mezcla E10.	113
<b>Tabla No. 29.</b> Cartagena. Diferencia en total de emisiones, absoluto y porcentual.	113

## **INTRODUCCIÓN**

En Colombia la producción de biocombustibles es una realidad que viene tomando fuerzas con el pasar de los días. A partir de la aprobación de la Ley 693 de Septiembre 19 de 2001, se dispuso que desde del año 2005 todo el combustible que se venda en el país tendría un componente de alcohol carburante al 10%, con el fin de promover el uso de un combustible que produjera menos contaminación al medio ambiente.

Por lo anterior, se han realizando cambios en las leyes colombianas para promover el desarrollo de plantas productoras de biocombustibles en todo el país, a base de productos agrícolas variados tales como la caña de azúcar, remolacha azucarada y la yuca entre otros.

De esta manera la siguiente investigación, se enfocó en elaborar un estudio de factibilidad para el montaje de una planta productora de alcohol carburante a partir de la yuca en la ciudad Cartagena; para tal efecto, en el siguiente documento se presenta el diseño del estudio, donde se plasman los aspectos que permitirán la delimitación formal de dicho estudio de factibilidad.

## 0.1.0 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

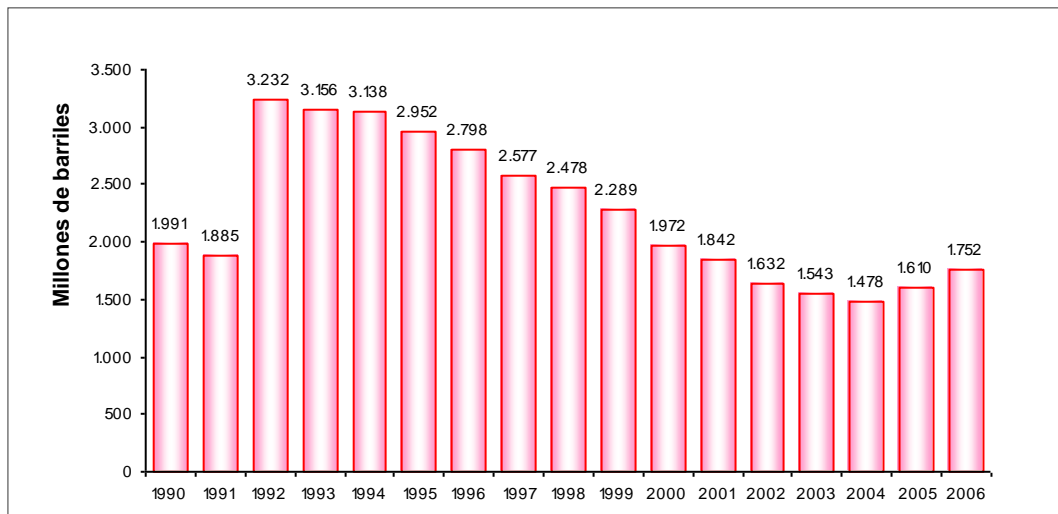
### 0.1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el incremento de la contaminación y la escasez de las fuentes de energía no renovable, han hecho necesaria la búsqueda de nuevas formas de producción de energía renovable.

Entre estas fuentes renovables de energía se encuentra la producción de combustibles a partir de productos agrícolas, tales como maíz, caña de azúcar, yuca, remolacha entre otros.

Dada la necesidad hallar sustitutos y/o complementos de los combustibles actuales entre los cuales se encuentran: la gasolina, el ACPM, el diesel, etc., y teniendo en cuenta que las reservas de petróleo colombianas siguen una tendencia decreciente, tal como lo muestra la Gráfica No. 1, es pertinente la realización de estudios de factibilidad de plantas productoras de biocombustibles, tal es el caso de esta investigación.

**GRÁFICO No. 1. COLOMBIA. RESERVAS DE PETROLEO. 1990-2006.**



**Fuente: Diseño del autor con base en Ecopetrol 2006.**

Para contrarrestar la tendencia decreciente en las reservas de petróleo, el gobierno ha determinado la utilización de biocombustibles o de alcoholes

carburantes mezclado con los combustibles derivados del petróleo, en una proporción de 90/10<sup>1</sup>, dicha mezcla es denominada E10.

Además de contrarrestar el descenso de los niveles de las fuentes de petróleo del país, la mezcla E10 ayuda a mejorar la combustión de la gasolina en los motores de los automóviles y como consecuencia la emisión de gases contaminantes al medio ambiente, tales como monóxido de carbono(CO), dióxido de carbono(CO2), hidrocarburos (HC) y óxido de nitrógeno (Nox), disminuye. A continuación se muestra una tabla comparativa de las emisiones con la utilización de la mezcla E10 vs gasolina corriente.

**TABLA No. 1. COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES GASOLINA CORRIENTE VS MEZCLA E10.**

<b>COMPUESTO</b>	<b>Gasolina Corriente (gr/kw/horas)</b>	<b>E10 (gr/kw/hora)</b>
(CO)	59,1	49,5
(CO2)	83,7	82,6
(HC) - (Metano, Butano, Benceno, Benzopireno, Benzofluoranteno)	4,1	3,6
(Nox)	2,5	2,2

**Fuente: Estudio mezclas de gasolina con etanol anhidro- ECOPETROL. 2005.**

De acuerdo a cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en el país se encuentra proyectada la realización de diez megaproyectos destinados a la producción de alcohol carburante con una capacidad proyectada de 1.745.000 litros al día.

<sup>1</sup> Esta relación hace referencia a que la mezcla E10 esta conformada por un 90 % de gasolina derivada del petróleo y el 10% restante de alcohol carburante.



Como lo explicó el actual ministro de Minas y Energía, Hernán Martínez Torres, durante el desarrollo del foro sobre Biocombustibles realizado en la Cámara de Comercio de Cartagena; el gobierno colombiano sigue trabajando en la reglamentación para impulsar la producción, comercialización y consumo de la biogasolina y el biodiesel en el país.

Por lo anterior, se dictaron disposiciones que han permitido que el 65% de las gasolinas que se distribuyen en el territorio nacional se mezcle con alcohol carburante al 10%, cuyo consumo estimado es de ochocientos mil litros por día<sup>2</sup>.

Así mismo según información obtenida del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la puesta en marcha de plantas de producción de etanol a partir de la caña de azúcar ha incrementado los niveles de empleo directos y el número de hectáreas sembradas.

El gobierno nacional en la actualidad, adelanta estudios de factibilidad para la construcción de varias plantas productoras de alcohol carburante en municipios como Sincelejo (Sucre), Codazzi (Cesar), Puerto Lopez (Meta) y Tuta (Boyacá), las cuales tendrían como materia prima la yuca y la caña de azúcar.

Teniendo como punto de partida esta realidad, se presenta el proyecto estudio de factibilidad técnica y financiera para la creación de una planta de producción de alcohol carburante a partir de yuca amarga, en la ciudad de Cartagena.

Con este estudio se pretende determinar la viabilidad financiera y técnica para la producción de alcohol carburante a partir de la yuca amarga en la ciudad de Cartagena, cuya finalidad más importante es generar una herramienta para la toma de decisiones tanto a nivel departamental como local, que permitan la vinculación de pequeños agricultores, en especial aquellos cuyos terrenos de cultivos se encuentran ubicados cerca de los cuerpos de aguas, lo que favorece el

---

<sup>2</sup> Boletín de Prensa de CCC foro sobre Biocombustibles, Marzo 01 de 2007.

establecimiento de sistemas de riego necesarios para el crecimiento y la sostenibilidad de dichos cultivos.

Lo anterior favorece el desarrollo socioeconómico no solo de la ciudad sino también de las familias y agricultores de zonas rurales vinculadas a la planta de procesamiento, por medio de los empleos directos e indirectos generados a partir de la puesta en marcha de la planta.

En consecuencia, se formula el siguiente interrogante:

**¿Es técnica y financieramente viable el montaje de una planta productora de alcohol carburante a partir de yuca amarga, en la ciudad de Cartagena?**

## 0.2.0 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de un combustible limpio y natural que no afecte el medio ambiente, es una de las premisas fundamentales de la producción y aprovechamiento de nuevas fuentes de energía renovables.

Partiendo de lo anterior, este estudio busca principalmente evaluar la factibilidad para la producción de alcohol carburante a partir de un producto agrícola muy característico de la región Caribe Colombiana como lo es la yuca, el cual se cultiva durante ocho de los doce meses del año.

Uno de los beneficios adicionales de esta propuesta, es aprovechar las grandes extensiones de tierras aptas para este tipo de cultivo y que por falta de recursos de los agricultores no son explotadas en su totalidad, en especial aquellos municipios que están cerca de las fuentes de agua, como el Canal del Dique, para el caso del departamento de Bolívar.

La producción de yuca en Colombia se caracteriza por corresponder predominantemente a un cultivo de economía campesina, de baja tecnología en el uso de maquinaria agrícola e insumos químicos y cuya producción se destina suplir la demanda del consumo humano y animal. “Para producir una tonelada de yuca seca se requieren 2.7 toneladas de yuca fresca, y el costo del proceso de secamiento es cercano a \$ 25.000 por tonelada de yuca fresca”<sup>3</sup>.

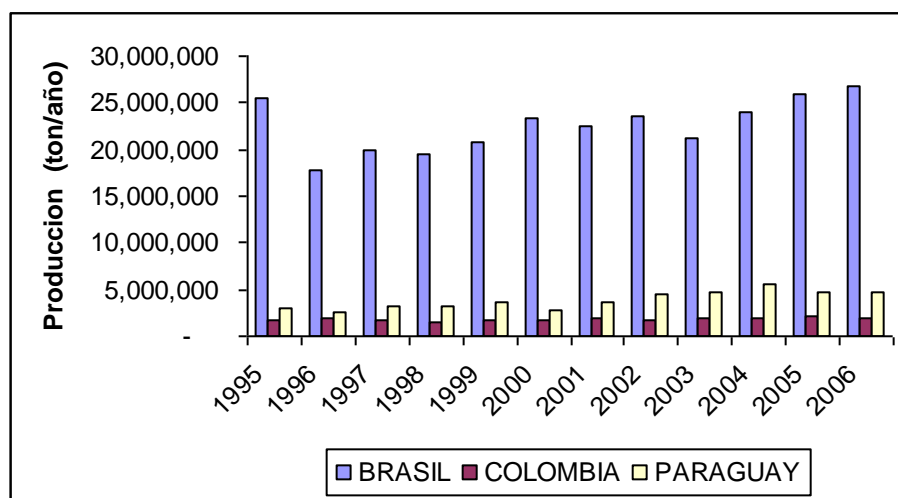
En América Latina, Brasil produce cerca de un 80% de la producción de yuca del continente y un 20% de la producción mundial, seguida de Paraguay y Colombia.

---

<sup>3</sup> Costos de Producción de Yuca en Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, abril de 2004.

Según datos estadísticos obtenidos de la FAO<sup>4</sup> la producción y rendimiento de cada uno de estos países en los 12 últimos años se muestran en los siguientes gráficos.

**GRÁFICO No. 2. Produccion De Yuca (Ton/Año) 1995-2006**



Fuente: Diseño del autor con base en información de la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).

Consultado en: <http://faostatclassic.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es>

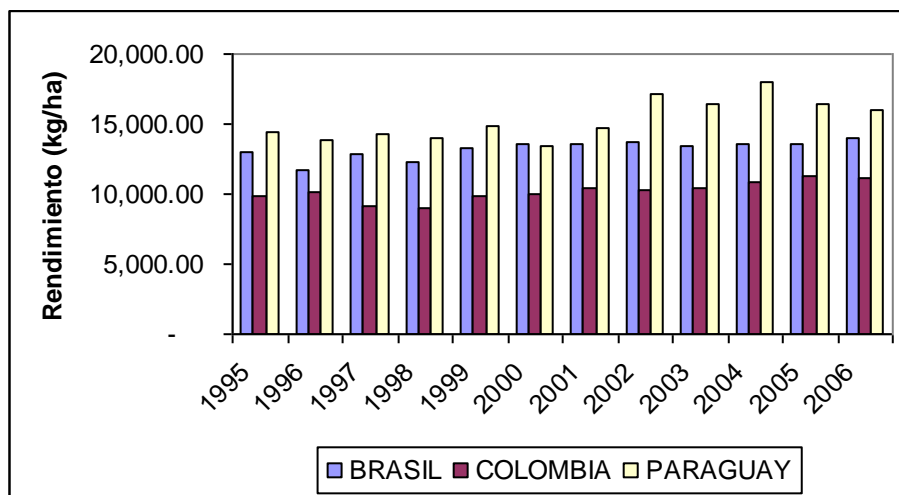
De acuerdo con la Gráfico No.2, se puede afirmar que los altos niveles de producción de yuca en Brasil se deben por un lado, a las grandes extensiones aptas para este tipo de cultivo, ya que es precisamente en este país donde se originó este tipo de cultivo y por otro lado, al desarrollo constante de tecnologías aplicadas a la agricultura ya que Brasil es uno de los países más industrializados de América Latina.

Mientras que en Colombia, debido a que los cultivadores del producto son pequeños campesinos que no cuentan con los medios necesarios para adquirir tecnologías de punta que les permita aprovechar de una mejor manera las tierras en donde se desarrolla este tipo de cultivo y siguen realizando la siembra de

<sup>4</sup> Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura. <http://faostatclassic.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es>

manera tradicional; determinando así, los bajos niveles de producción que se muestran en la gráfica.

GRÁFICO No. 3. Rendimiento De Yuca (Kg/Ha) 1995-2006



Fuente: Diseño del autor con base en información de la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).

Consultado en: <http://faostatclassic.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es>

En cuanto a la Gráfico No.3, se observa que Paraguay es el país de América latina que tiene los mayores rendimientos de hectárea de yuca cultivada, superando a Brasil y Colombia, esto obedece a que el gobierno nacional de ese país, ha implementado medidas como la capacitación a los productores y facilidades en la adquisición tecnologías mejoradas con miras a incrementar la producción y la productividad<sup>5</sup> de esa región.

El gobierno nacional a través de la Ley 693 de septiembre 19 de 2001 publicada en el Diario Oficial No. 44.564, de 27 de septiembre de 2001, dictó normas sobre el uso de alcoholes carburantes, y creó estímulos para su producción, comercialización y consumo.

<sup>5</sup> Informe ministerio de agricultura y ganadería. Paraguay. Escrito por Piter Gibert. Ph.D. Medicina Veterinaria. Docente y Consultor de empresas productoras de alimentos balanceados Consultado en <http://www.sian.info.ve /porcinos/eventos/clayuca0102/paraguay.htm>.

Efectivamente a partir de la promulgación de la citada ley, las gasolinas que se utilicen en el país en los centros urbanos de más de 500.000 habitantes tendrán que contener componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes.

El gobierno nacional, en su compromiso de impulsar el desarrollo de la producción de biocombustible en el país, por sus beneficios a nivel ambiental, económico y social por la generación de empleo, anuncio el montaje en los próximos años de cuatro plantas de alcohol carburante para la costa atlántica, lo cual despertó el interés organizaciones tanto privadas como públicas.

Entre las iniciativas que se conocen se encuentra la impulsada por el Programa Life – PNUD, un fondo de iniciativa local para el mejoramiento del medio ambiente urbano, el cual ya tiene listo el estudio del perfil del proyecto y está a la espera de contratar el estudio de factibilidad que defina las características finales del proyecto, por lo mencionado anteriormente se hace necesario estudios de factibilidad con respecto a este tema en el departamento de Bolívar.<sup>6</sup>

Dado que el departamento actualmente no cuenta con una planta de producción de alcohol carburante y siendo Cartagena una ciudad estratégica con más de 500.000 (1.014.119)<sup>7</sup> habitantes y con una población en crecimiento se justifica un estudio de factibilidad de esta envergadura.

Adicionalmente esta investigación servirá de base a futuros estudios que se realicen sobre el alcohol carburante, producción de yuca, estudios de factibilidad y estudios relacionados con estos temas.

---

<sup>6</sup> Bolívar por una planta de alcohol carburante, consultado en: <http://www.fedebiocombustibles.com/bolivar.html>, 16 de Enero de 2008.

<sup>7</sup> DANE. Encuesta Continua de Hogares, diciembre de 2007. Consultado en [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/anexo\\_ech\\_dic07.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/anexo_ech_dic07.xls)

### **0.3.0 OBJETIVOS**

#### **0.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la factibilidad técnica y financiera de la creación de una planta de producción de alcohol carburante a partir de yuca amarga en la ciudad de Cartagena.

#### **0.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar un estudio de mercado que permita establecer los posibles consumidores del producto en Colombia y/o a nivel internacional.
- Determinar la viabilidad técnica de la creación de la planta de producción de biocombustible a base de yuca.
- Determinar la viabilidad financiera del proyecto
- Establecer el impacto socio-económico que se generaría la puesta en marcha de planta de producción de alcohol carburante a partir de la yuca amarga, en la ciudad de Cartagena.
- Describir el impacto ambiental generado por la utilización de alcohol carburante a partir de yuca amarga, en la ciudad de Cartagena.

## 0.4.0 MARCO REFERENCIAL

### 0.4.1 ANTECEDENTES

En el departamento de Bolívar no se encuentran estudios que se relacionen específicamente con el tema de estudio. Sin embargo se tendrán como antecedentes los siguientes proyectos consultados:

#### **Estudio De Factibilidad Para El Montaje De Una Planta Procesadora De Yuca En El Municipio De Villanueva (Bolívar) Y Su Área De Influencia<sup>8</sup>.**

Es un estudio de factibilidad para el montaje de una planta procesadora de yuca, para la obtención de productos destinados al consumo humano, animal y para usos industriales, tales como: harina de yuca, almidones dulces y agrios, trocitos secos o chips de yuca para alimentos concentrados de animales. El estudio pretendía que el montaje de la planta generara nuevos empleos en la región y lograr la estabilidad en los precios de comercialización de la yuca.

#### **Caracterización De La Cadena Productiva De La Yuca En El Departamento De Bolívar - 2005 Mediante Un Modelo De Simulación De Redes<sup>9</sup>.**

En este estudio se analizó el comportamiento de la cadena productiva de la yuca en el departamento de Bolívar, identificando las fallas que se presentan en cada uno de los actores de la cadena y describiendo la situación actual de la misma, detallando el proceso de producción, comercialización y transformación de la yuca.

---

<sup>8</sup> Paola Lorduy Castro, José A. Benítez Tuirán. Universidad De Cartagena. 2000.

<sup>9</sup>Jennifer del C. Acevedo Lafaurie. Luz Elissa García Caraballo. Universidad De Cartagena. 2006.



## **Estudio De Factibilidad Y Diseño Para El Montaje De Una Planta Procesadora De Yuca En El Corregimiento De Ballestas Jurisdicción Del Municipio De Turbana Bolívar Y Su Área De Influencia<sup>10</sup>.**

Este es un estudio de factibilidad y diseño para el montaje de una planta procesadora de yuca en el corregimiento de Ballestas, el cual pretende como resultado final el montaje y la puesta en marcha del proyecto; evaluando las condiciones necesaria para el montaje de la planta procesadora de yuca, empezando por evaluar la estructura del mercado, el estudio de mercado, la ingeniería del proyecto, y la evaluación financiera del mismo.

## **Implicaciones Económicas Y Ambientales De La Utilización Del Gas Natural Comprimido (GNC) Como Combustible Alterno En El Parque Automotor De La Ciudad De Cartagena<sup>11</sup>.**

El objetivo fundamental de esta investigación fue determinar los impactos económicos y ambientales, del uso del gas natural comprimido (GNC) como combustible alternativo en el parque automotor de la ciudad de Cartagena.

Estos estudios servirán de base histórica (Estado del Are) para el presente proyecto, ya que contienen información pertinente y necesaria para la realización de esta investigación.

---

<sup>10</sup> Donaldo Canabal Chávez. Ricardo Gutiérrez Pinto. Corporación Universitaria Tecnológica De Bolívar. 1998.

<sup>11</sup> Carlos M. Guardo De Aguas. Menis Mercado Mejía. Universidad De Cartagena. 2002.

## 0.4.2 MARCO HISTÓRICO

El uso del etanol para la oxigenación de las gasolinas no es un programa nuevo, este es utilizado en Brasil desde 1931, cuando se implementó de forma obligatoria en un 5%.

Entre los países que ya han implantado los programas de oxigenación de las gasolinas se encuentran Brasil como pionero de este tipo de programas, actualmente se encuentra en una mezcla del 25% o E25. Estados Unidos, Canadá, Italia, Francia, España, Australia, India, Tailandia<sup>12</sup> son otros países que ya han implementado el uso de la oxigenación de las gasolinas, y son muchos los países que se encuentran liderando procesos y políticas para la utilización de los alcoholes carburantes destinados para este fin.

En Estado Unidos la demanda actual asciende a 12,5 millones de m<sup>3</sup>, y se espera que en el año 2012 pase a 28,4 millones m<sup>3</sup>.<sup>13</sup>

Los fabricantes aceptan el uso de los alcoholes carburante hasta niveles del 10% actualmente, puesto que a niveles superiores tendrían que hacerse modificaciones en los motores de los vehículos, lo cual está proyectado llevarlo a cabo en el mediano y largo plazo.

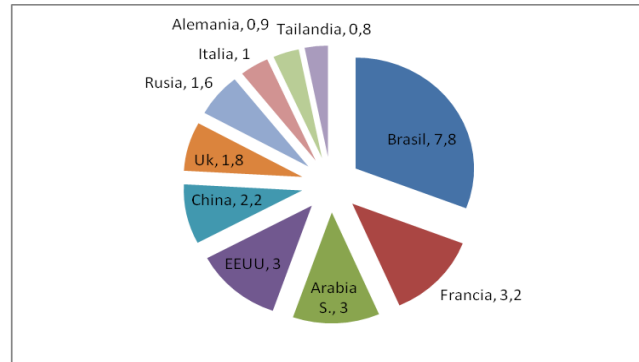
En el año 2004, a nivel mundial los principales productores de alcohol carburante se encontraban distribuidos como muestra la Gráfica No. 4.

---

<sup>12</sup> Los Biocombustibles En Colombia, Ministerio De Minas Y Energía.

<sup>13</sup> Estudio De Factibilidad Económica Y Ambiental Del Etanol Oxigenante De La Gasolina En Costa Rica, MCS Miranda, Sandra.

**Gráfico No.4. Productores de Alcohol carburante año 2004.**



Fuente: Diseño del autor con base a información obtenida del Ministerio De Minas Y Energia.

En Colombia se comienza a hablar sobre biocombustibles cuando se promulga la Ley 693 de 2001, donde se dictaron las primeras normas para su producción, comercialización y consumo.

Las primeras plantas de producción de biocombustibles aparecieron en el valle del cauca, y son precisamente los ingenios azucareros los pioneros de la producción de este producto en nuestro país a partir de la caña de azúcar, sin embargo no son los únicos actores, puesto que hoy en día hay una gran variedad de empresa privadas y estatales que promueven la comercialización, producción y la construcción de varias plantas de etanol en diferentes partes del país, a partir de productos como: la caña de azúcar, remolacha azucarada y la yuca, entre otros.

La distribución de la mezcla E10 comenzó a distribuirse en Noviembre del año 2005, por el suroccidente del país, en ciudades como: Nariño, Cauca, Valle, Risaralda, Caldas y Quindío. Seguidamente en Febrero del año 2006, se inicio la distribución en el centro del país, y para el mes de Junio del año 2007 entraron ciudades como: en Bucaramanga, Santander, Sur de Cesar, Norte de Santander y Norte de Boyacá.

### 0.4.3 MARCO TEÓRICO

#### 4.3.1 YUCA (*Manihot esculenta* Crantz)

La yuca es una especie de raíces amiláceas que se cultiva en los trópicos y subtropicos. A pesar de que es uno de los cultivos alimenticios más importantes de los países tropicales, fuera de ellos es muy poco conocida<sup>14</sup>.

Originaria de América Tropical, de países como Brasil, Paraguay y se siembra hoy en más de 92 países del mundo, donde alimenta a mas de 500 millones de personas.

#### **Taxonomía**

- |               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| ➤ Reino       | Vegetal                     |
| ➤ División    | Spermatophyta               |
| ➤ Subdivisión | Angiosperma                 |
| ➤ Clase       | Dicotiledóneas              |
| ➤ Subclase    | Archichamidease (Diapetata) |
| ➤ Orden       | Euphorbilaes (Geraniales)   |
| ➤ Familia     | Euporblacease               |
| ➤ Tribu       | Manotéate                   |
| ➤ Genero      | Manihot                     |
| ➤ Especie     | Esculenta                   |

Posee flores tanto masculinas y femeninas, estas son pequeñas y la polinización cruzada es frecuentemente; el fruto es dehiscente y sus semillas son pequeñas y ovaladas.

---

14 Alarcon, Freddy y Dufour Dominique, Almidón Agrio De Yuca En Colombia, Cali, Colombia 1998.

La raíz es cónica y se compone de tres tejidos: el periderma (casquilla), parénquima cortical (corteza) y el parénquima interior. El parénquima o pulpa es el tejido en que la planta almacena el almidón, este corresponde aproximadamente al 80% del peso fresco de la raíz.

➤ Clasificación

La yuca se dividen en dos clases, dulce y amarga, dependiendo de su contenido de *glucosato cianogénico* (promotor de la formación de ácido cianhídrico) en las raíces. Para el caso de las variedades Amargas las raíces contienen 0,02-0,03 de ácido cianhídrico, las Variedades Dulces las raíces contienen menos del 0,01 de ácido cianhídrico<sup>15</sup>.

➤ Cultivo y Rendimiento.

La yuca es un cultivo perenne y resistente a las sequias, se adapta a una gran variedad de condiciones climáticas, aunque se da mejor en los climas cálidos y húmedos, su periodo vegetativo es de siete a diez meses bajo temperaturas de 25° a 30°C y de 18 meses a temperaturas de 18°C. Se cultiva en su mayor parte en regiones con un promedio de precipitación de 1000 a 3000 mm/año; pero necesitan suelos bien drenados, pues el exceso de humedad provoca pudriciones.

El cultivo se obtiene en una gran variedad de suelos con texturas desde arenosas hasta aquellos completamente arenosos, y a pH que obtiene oscilar entre 4,6 a 8, y se adapta bien a los suelos de baja fertilidad que predominan en los trópicos.

En suelos fértiles y sueltos se obtienen mejores rendimientos. Aunque también son apropiados los suelos francos o franco-arcillosos. Y en suelos pobres, se requieren grandes cantidades de fertilizantes para obtener rendimientos óptimos

---

<sup>15</sup> Estudio De La Obtención De Harina De Hojas De Yuca Para Consumo Humano, Giraldo Toro Andrés, Universidad del Cauca, 2006. Consultado en: [http://www.clayuca.org/PDF/tesis\\_hojasyuca.pdf](http://www.clayuca.org/PDF/tesis_hojasyuca.pdf). 15 febrero de 2008

del cultivo y mantener los niveles de fertilidad del suelo. Cuando se siembra en suelos de poca fertilidad, la planta sufre menos que otros cultivos

La yuca puede tolerar la sequia sin reducir su producción porque posee tres características particulares:

1. Los estomas se cierran cuando el aire está seco.
2. Las raíces extraen agua del suelo profundo, hasta 2.5 metros de profundidad.
3. Su sistema fotosintético fija el carbono atmosférico aun disponiendo de poco agua.

En condiciones de cultivos de suelos marginales, climas severos y asociación con otros cultivos, esta tiene un rendimiento en el mundo de 9.8 ton/ha y en América Latina 12.4 ton/ha. Con una tonelada (1.000 Kg) de yuca se pueden obtener 280 Kg de harina; 230 Kg de almidón; 350 Kg de trozos secos o 170 litros de alcohol <sup>16</sup>

➤ Colombia

La producción de yuca en Colombia se caracteriza por corresponder predominantemente a un cultivo de economía campesina, de tecnología tradicional, poco intensiva en el uso de maquinaria agrícola e insumos químicos, cuya producción se destina en su gran mayoría a la atención de la demanda del consumo humano

Generalmente es cultivada en pequeñas parcelas, alternándola con cultivos de ñame y maíz a fin de obtener el máximo beneficio en la utilización de las tierras, consumo familiar y comercialización en los mercados regionales y centros urbanos.

---

<sup>16</sup> IBID

Sin embargo, en los últimos años los cultivos de yuca han tomado importancia debido a los diferentes campos que puede ser utilizada, tales como consumo humano en su forma fresca o procesada como harina de yuca, como materia prima para alimentos balanceados de animales, y usos industriales como la producción de almidones y alcoholes.

“El cultivo de la yuca se perfila como un producto agrícola estratégico que le ayuda al país a economizar divisas al disminuir las importaciones de materias primas, y contribuye también al desarrollo agroindustrial, generación de empleos en zonas rurales, aumento de ingresos y calidad de vida para los agricultores”<sup>17</sup>

La producción de yuca en Colombia para el año 2006 ascendía a 2 millones de toneladas con un rendimiento 11.111, 11 kg/ha cultivada según datos obtenidos de la Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). La principal zona productora de yuca en Colombia es la Costa Atlántica por poseer las condiciones opimas para el cultivo, según datos suministrados por el Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural, la Costa Atlántica produce aproximadamente el 42% de la producción nacional, seguida de los Llanos Orientales, los Santanderes, Valle Del Cauca, Huila, Tolima y El Eje Cafetero.

En cuanto al área cosechada, la Costa Atlántica participa con el 54% del total nacional; en esa región, el 70% de los productores de yuca son pequeños agricultores que cultivan en fincas de aproximadamente 0.5 a 2 hectáreas, aunque también hay medianos con cultivos que ven de los 2 a 5 hectáreas y grandes productores con más de 5 hectáreas cultivadas<sup>18</sup>.

---

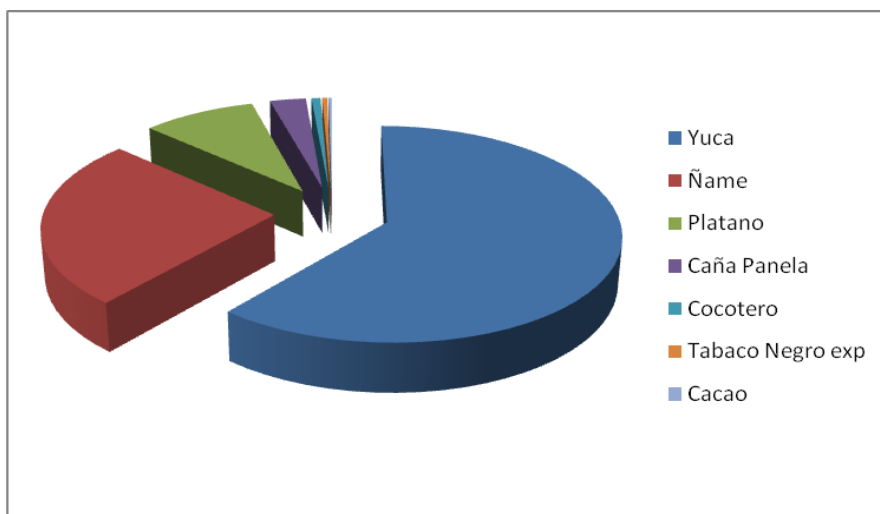
<sup>17</sup> La Yuca Oportunidad De Crecimiento Y Desarrollo Económico De Colombia, Clayuca, Mayo De 2003

<sup>18</sup> Yuca. [www.confecampo.com](http://www.confecampo.com).

➤ Bolívar

La yuca es uno de los principales cultivos del departamento de Bolívar. En términos generales, este producto participa mayoritariamente entre los cultivos permanentes de este territorio, como lo muestra el siguiente gráfico:

**Gráfico No. 5. Bolívar. Producción de Cultivos permanentes año 2005**



**Fuente: Agenda Interna Para La Productividad Competitiva, DPN.**

Como se puede observar en la Gráfico No. 5, la yuca ocupan mas del 50% de los terrenos aptos para cultivos, y un lugar importante dentro de la agricultura del departamento.

“En el departamento de Bolívar actualmente existen 27.343 productores de yuca, aproximadamente, repartidos en 45 municipios. La mayoría de estos se concentran en municipios como el Carmen de Bolívar, San Juan Nepomuceno, San Jacinto, Turbaco y Villanueva. El número de hectáreas sembradas en el departamento es de 46.087, con un rendimiento sobre el área total cosechada de 18.873,34”<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Acevedo Lafaurie Jennifer y García Caraballo Luz, Caracterización De La Cadena Productiva De La Yuca En El Departamento De Bolívar – 2005, Mediante Un Modelo De Simulación De Redes. Universidad de Cartagena, 2006.



Los agricultores de Bolívar tienen en promedio 8 hectáreas disponibles para cultivar, pero debido a la insuficiencia de recursos económicos, más de la tercera parte de terreno disponible no es cultivado, dejando las grandes extensiones de tierras aptas para el cultivo en forma improductiva.

#### **0.4.4.2 BIOCOMBUSTIBLE**

Biocombustible es cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso, proveniente de la biomasa o materia orgánica de origen animal o vegetal. Entre estos se incluyen los alcoholes carburantes o etanol, los cuales tienen diversos usos entre los que se encuentran los combustibles, las bebidas y otros usos industriales.

Los alcoholes carburantes o etanol, es mezclado con los productos derivados del petróleo, dando así origen a las gasolinas oxigenadas.

Sus beneficios se centran en tres puntos importantes,

➤ **Reactivación de la agricultura:**

La producción de biocombustibles a partir de materias primas de origen agrícola, garantiza la reactivación del campo, en cuanto a la generación de empleos como la posibilidad de diversificación de cultivos, tanto para la producción de biodiesel, como de etanol.

Actualmente los cultivos utilizados para la producción de etanol del país se muestran la siguiente tabla:

**Tabla No. 2. Colombia. Cultivos Utilizados Para La Producción De Etanol Y Sus Rendimientos**

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimientos(Lt/Ha/Año)</b>	<b>Rendimientos (Gal/Ha/Año)</b>
Caña de azúcar	9.000	2.378
Yuca	4.500	1.189
Remolacha	5.000	1.321
Sorgo dulce	4.400	1.162
Maíz	3.200	845

**Fuente:** diseñada por el autor según datos obtenidos de Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural.

➤ **Beneficios Ambientales**

Según el Ministerio de Minas y Energía, las evaluaciones hechas en ciudades del país donde ya se distribuye la mezcla, se arrojaron los siguientes beneficios ambientales:

- ✓ Reducción de emisiones de CO, entre 22% y 50% en vehículos de carburador y reducciones menores en vehículos de inyección.
- ✓ Reducción de emisiones de THC entre 20% y 24%.
- ✓ Mejoramiento de un 15% en promedio en la potencia del motor, por efecto del mayor octanaje.

“Los biocombustibles son biodegradables, y el 85% se degrada aproximadamente en 28 días, mientras que los combustibles fósiles pueden durar años para degradarse”<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Arias Leiva Andrés Felipe, Los Biocombustibles En Colombia, Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, Santa Marta, Julio de 2007.

➤ Sostenibilidad energética.

La utilización de biocombustibles ayuda a la prolongación de las reservas de petróleo del país, las cuales como se menciona anteriormente están presentando una tendencia decreciente, y evitará las importaciones de combustibles que se hacen actualmente en el país.

El sector azucarero es pionero en la producción de etanol a partir de la caña de azúcar, actualmente cuentan con plantas de producción de etanol en todo el Valle del Cauca, a continuación se muestra la producción por día de cada una de las plantas, las cuales trabajan 25 días de producción al mes.

**Tabla No. 3. Colombia. Producción de alcohol carburante por día.**

<b>INGENIOS - DESTILERIAS</b>	<b>PRODUCCIÓN (LITROS/DIAS)</b>	<b>FECHA DE INICIO</b>
Incauca	300,000	27 De Octubre de 2005
Providencia	250,000	26 De Octubre de 2005
Manuelita	250,000	24 De Marzo de 2006
Mayagüez	150,000	08 De Marzo de 2006
Risaralda	100,000	11 De Marzo de 2006
<b>TOTAL</b>	<b>1,050,000</b>	

**Fuente: Producción De Etanol En Colombia, Londoño Luis F. Asocaña, Septiembre 2007**

En la actualidad el etanol que se distribuye en el país proviene de la caña de azúcar, con el cual se tiene una cobertura del 65% del territorio nacional. Sin embargo, regiones como Antioquia, la Costa Atlántica, sur de Tolima, Putumayo, norte de Santander, Guainía y Caquetá<sup>21</sup> están por fuera de esta distribución, lo cual corresponde al 35% restante del territorio nacional. Para este último, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural tiene proyectado incrementar la cobertura nacional de etanol a partir de la yuca.

<sup>21</sup> IBID.

Se siguen adelantando investigaciones en diferentes universidades del país, para continuar con el desarrollo tecnológico de este sector y así posicionarlo como uno de los más importantes de la economía colombiana.

#### **0.4.4.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

Un estudio de factibilidad consiste en ordenar las alternativas de solución para el proyecto (que se aspira a ejecutar), según los criterios elegidos para asegurar la optimización de los recursos económicos, técnicos y humanos, empleados, y los efectos del proyecto en el área o sector de destino<sup>22</sup>.

El estudio de factibilidad tiene como finalidad:

- Determinar las características técnicas de la operación
- Fijar los medios para implementar la organización requerida y los problemas humanos que conlleva
- Establecer los costos de operación (estimativos provisionales)
- Evaluar los recursos disponibles reales o potenciales

Los resultados arrojados de un estudio de factibilidad influyen sobre las decisiones que toman las personas responsables de un proyecto de inversión.

Un estudio de factibilidad para un proyecto de inversión consta de varias partes:

**“Estudio de mercado o estudio de necesidades:** demanda insatisfecha, oferta actual y proyectada, precios o tarifas, mecanismos de comercialización.

**Estudio técnico:** diferentes opciones de tamaño y su relación con el mercado; alternativas de localización y criterios para su definición; identificación y selección de procesos técnicos utilizables; aproximación al modelo administrativo tanto para el período de ejecución como para la operación; y definición en lo posible de las

---

<sup>22</sup> Marco de referencia para la evaluación de estudios de factibilidad, SENA, consultado en: [http://www.seduca.gov.co/portal/educacion/servicios/tramites/descargas/legalizacion/anexo\\_1.doc](http://www.seduca.gov.co/portal/educacion/servicios/tramites/descargas/legalizacion/anexo_1.doc)

actividades que se desarrollarán en la etapa de ejecución y su cronología, para determinar en lo posible el momento de puesta en marcha.

**Estudio financiero:** presupuesto y cronología de las inversiones, estimadas en forma agregada y basadas en cotizaciones actualizadas”<sup>23</sup>

La factibilidad económica se evalúa a través de análisis de costo-beneficio, el cual compara beneficios obtenidos contra costos del proyecto, si los primeros exceden a los segundos, se dispone entonces de un primer juicio que indica su viabilidad.

El estudio de factibilidad debe conducir a:

- ✓ Identificación del proyecto a través de los estudios de mercado y viabilidad técnica.
- ✓ Estimación del nivel de las inversiones necesarias, lo mismo que los costos de operación y el cálculo de los ingresos.
- ✓ Identificación de fuentes de financiación.
- ✓ Aplicación de criterios de evaluación tanto financiera como económica, social y ambiental, que permitan la materialización de los argumentos necesarios en la toma de decisiones congruentes con la realización del proyecto.

Dependiendo de los resultados arrojados en el estudio de factibilidad, se puede determinar si un proyecto es viable o conveniente, mejorarlo en caso de ser necesario, haciendo las correcciones sugeridas por los especialistas, o en el último de los casos el estudio puede ser abandonado, ya que no se cuenta con las condiciones necesarias para su desarrollo.

---

<sup>23</sup> Miranda Miranda Juan, Gestión de Proyectos, Ciclos del Proyecto. Consultado en: [http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DIFP\\_Bpin/CAP%201.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DIFP_Bpin/CAP%201.pdf), 09 de febrero de 2008, 08:10 PM.

#### 0.4.4 MARCO CONCEPTUAL

**Alcohol carburante:** Compuesto orgánico líquido, de naturaleza diferente a los hidrocarburos, que tiene en su molécula un grupo Hidroxilo (OH) enlazado a un átomo de carbono. Es inflamable, no tiene color y tiene olor característico de los alcoholes. Se puede producir a partir de cultivos como el maíz, la papa, la remolacha, la yuca, la papa, la remolacha, el sorgo y la caña, ya que estos contienen carbohidratos que fermentan y se transforman en alcohol<sup>24</sup>

**Biocombustible:** Es un combustible obtenido a partir de biomasa que funciona en cualquier motor de ciclo diesel, si es biodiesel o en un motor a gasolina si es bioetanol, sin que sea necesaria ninguna modificación en los mismos. Inclusive como sus propiedades son similares al combustible diesel de petróleo, se pueden mezclar ambos en cualquier proporción.

**Biomasa:** cantidad de materia viva producida por plantas, animales, hongos o bacterias, en un área determinada, y se suele utilizar para hacer referencia al combustible que se obtiene directa o indirectamente de estos recursos biológicos.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Gas que determina la eficiencia de una combustión, de característica incolora e inodora. Su concentración reglamentaria es entre 10% al 17%.

**Emisiones:** Son todas las sustancias arrojadas al medio ambiente y que provocan alteraciones físicas, químicas y biológicas en los seres vivos.

**Gasolinas oxigenadas:** son gasolinas compuestas en un determinado porcentaje por hidrocarburos fósiles, (la gasolina derivada del petróleo), y biocombustibles o alcoholes carburantes. Estos últimos se originan de un proceso de fermentación

---

<sup>24</sup> Componentes Políticas De Biocombustibles, consultado en: <http://www.minagricultura.gov.co/02componentes/05biocombustible.aspx>

natural, luego de extraer los jugos de cultivos como la caña de azúcar, maíz, la yuca, o la remolacha entre otros.

**Hidrocarburos (HC):** Hace referencia al porcentaje de combustible que no fue quemado durante la mezcla, para nuestro caso el combustible no quemado es E10. Su concentración reglamentaria es del orden de las 200 ppm (partículas por millón).

**Impacto ambiental:** los efectos causados en el ambiente y los seres vivos debido a la disminución de las emisiones de gases, que para el presente estudio serán las emisiones causadas por los vehículos que utilicen la gasolina oxigenada.

**Mezcla E10:** Es un tipo de gasolina oxigenada, está compuesta en un 90% de gasolina derivada del petróleo y un 10% de alcohol carburante.

**Monóxido de carbono (CO):** Gas producido por una combustión incompleta, de característica incolora e inodora, que al ser inhalado se combina con la hemoglobina produciendo asfixia. Su concentración reglamentaria está fijada en menos del 1%.

**Oxígeno (O<sub>2</sub>):** Hace referencia al porcentaje de oxígeno en la mezcla, este valor también sirve como parámetro para medir la eficiencia de la combustión. Su concentración reglamentaria se encuentra entre 0% y 5%

**Productor de alcohol carburante.** Toda Persona natural o jurídica que a través de plantas destiladoras o deshidratadoras, según corresponda, producen alcohol carburante o convierten alcohol hidratado en alcohol carburante para uso automotor, definición según la Resolución No. 18 1069 de Agosto 18 de 2005.

#### **0.4.5 MARCO LEGAL**

Para promover el desarrollo en el país de nuevas formas obtención de energía renovables y que hagan menos daño al medio ambiente, como son el caso de los biocombustible, en el año 2001 durante el gobierno Andrés pastrana Arango se aprobó la que seria la primera de varias leyes que rigen y estimulan la producción, comercialización y consumo de los biocombustible en el país.

Dentro del marco legal se encuentran los estímulos tributarios, reglamentación de la calidad, política de precios, reglamentación técnica entre otras medidas, para lo mencionado anteriormente.

La primera reglamentación legal apareció con la aprobación de la ley 693 de 2001, donde se dispusieron las siguientes medidas para el uso de los alcoholes carburantes:

- A partir de septiembre de 2005 las gasolinas que se utilicen en los centros urbanos de más de 500.000 habitantes tendrán que contener componentes oxigenados tales como alcoholes carburantes, en la cantidad y calidad que establezca el Ministerio de Minas y Energía
- La producción, distribución y comercialización de los alcoholes no potables estarán sometidas a la libre competencia, y como tal, podrán participar en ellas las personas naturales y jurídicas de carácter público o privado, en igualdad de condiciones.
- El uso del alcohol carburante recibirá un tratamiento especial en las políticas sectoriales de autosuficiencia energética, de producción agropecuaria y de generación de empleo



En el año 2004 se aprueba la ley 939, donde se estimula la producción y comercialización de biocombustible para uso de motores diesel, en los artículos 07, 08 y 09 respectivamente se establece

- El combustible diesel que se utilice en el país podrá contener biocombustible de origen vegetal o animal para uso en motores diesel en las calidades que establezcan el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- El biocombustible de origen vegetal o animal para uso en motores diesel de producción Nacional con destino a la mezcla con ACPM estará exento del impuesto a las ventas
- El biocombustible de origen vegetal o animal para uso en motores diesel de producción nacional que se destine a la mezcla con ACPM estará exento del impuesto global al ACPM

En cuanto a los estímulos tributarios, mediante la Ley 788 de 2002 en su Artículo No. 31, hace referencia a los bienes que se encuentran exentos del impuesto sobre las ventas, entre los cuales se encuentra el alcohol carburante, con destino a la mezcla con gasolina para los vehículos automotores.

Igualmente en su Artículo No. 88, se establece que el alcohol carburante, destinado a la mezcla con gasolina para los vehículos automotores, está exento del impuesto global a la gasolina y de la sobre tasa de que trata esta ley.

Otra de las medidas legales que establecen beneficios para la producción de alcohol carburante, se observa en el decreto 383 de 2007, donde se fijan estímulos para la implementación de zonas francas de tipo uni-empresarial, incluidos en estos los proyectos agroindustriales.

Para que un proyecto agroindustrial sea considerado como una zona franca de este tipo deberá garantizar una inversión superior a \$ 16.000.000 millones de dólares, o se deberán generar mínimo 500 empleos entre directos e indirectos.

La calidad del biocombustible está regulada por la Resolución 447 de 2003 modificada por la Resolución 1565 de 2004, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la cual indica los requisitos técnicos y ambientales que deben cumplir los alcoholes carburantes y de los combustibles oxigenados que se están distribuyendo en el país a partir del año 2005.

Por otra parte la Resolución 1289 de 2005, modificada por la Resolución 18 0782 de 2007 de los Ministerios del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Minas y Energía, fija los requisitos técnicos y ambientales que deben cumplir los biocombustible para uso en los motores diesel y sus mezclas con el diesel de origen fósil a distribuir en el país.

Igualmente menciona los casos de excepción en el cumplimiento de los requisitos de calidad de dicha ley, como son el combustible diesel para las fuentes móviles terrestres o maquinaria que se utilice en la explotación minera, en los campos de producción de petróleo o gas y en la construcción de presas, represas o embalses, siempre y cuando la circulación de las mismas ocurra dentro de los límites del área de explotación del proyecto y el combustible adquirido o producido con este fin se destine exclusivamente al consumo interno de la actividad.

Otra reglamentación técnica se establece por medio de la Resolución 18 0687 de 2003, modificada a través de la Resolución 18 1069 de 2005, del Ministerio de Minas y Energía. Por la cual se expidió la reglamentación técnica a que hace referencia la Ley 693 de 2001, en relación con la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes y su uso en los combustibles nacionales e importados, y se establecieron las condiciones para desarrollar en el programa de oxigenación de combustibles en el país.

Además dictaminan los requisitos que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas que quieran registrarse como agentes productores de alcohol carburante, igualmente establece las obligaciones de los mismos y las que deben cumplir los distribuidores mayoristas.

En cuanto a la política de precios de los alcoholes carburantes, a través de la Resolución 18 0222 de 2006, el Ministerio de Minas y Energía, definió una banda de precios para los alcoholes carburantes destinados a la mezcla con la gasolina, toma el mayor valor entre un precio de estabilidad de \$4.594 pesos por galón (que es equivalente aproximadamente a US\$2.26 dólares por galón), y un precio que reconoce los costos de oportunidad de las materias primas que se utilizan en la producción del alcohol (Paridad exportación del azúcar refinado).

Con la Resolución 18 1780 de 2005, modificada por la Resolución 18 0212 de 2007, la cual define la estructura de precios para el ACPM mezclado con biocombustible para uso en motores diesel.

Esta definió una banda de precios que toma el mayor valor entre los costos de oportunidad de las materias que se han de utilizar en la producción del Biodiesel y el costo de oportunidad del ACPM de origen fósil, además de la garantía en la recuperación de las inversiones en ambos casos.

Otras medidas a tener en cuenta sobre el alcohol carburante muestran a continuación:

- Desarrollo de estudios técnicos para incrementar porcentajes de mezcla Hacia el E-20 para los Años 2008 y 2009
- A partir del 1 de enero año 2012 entrarían en vigencia las normas técnicas de los motores para uso de alcohol carburante en mezclas superiores al 10%, según lo designa el Decreto 2629 del 10 de Julio de 2007.

- Con la firma del tratado del libre Comercio –TLC– los biocombustibles colombianos entrarían al mercado americano sin ninguna restricción ni aranceles.

## **0.5. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **0.5.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **0.5.1.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

Esta investigación se realizó específicamente en la ciudad de Cartagena de Indias. Además se tendrán en cuenta los productores de yuca del resto del Departamento de Bolívar.

#### **0.5.1.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

El estudio de factibilidad para la creación de una planta de producción de alcohol carburante a partir de yuca amarga, en la ciudad de Cartagena, se elaboró en el periodo de tiempo comprendido entre el septiembre del año 2007 y junio del año 2008.

### **0.5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación que se realizó es de tipo descriptivo, ya que pretendió analizar y describir cada uno de los componentes que hacen parte de un estudio de factibilidad para el caso específico del montaje de una planta productora de alcohol carburante a partir de la yuca amarga.

### **0.5.3 FUENTE Y RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **0.5.3.1 FUENTES PRIMARIAS**

Entrevistas con persona expertas en la producción de alcoholes carburantes.

#### **0.5.3.2 FUENTES SEGUNDARIAS**

Para la realización de este estudio se consultaran datos estadísticos, informes y estudios relacionados con el tema, se tendrán en cuenta otros datos como los arrojados por entidades como el DANE, la Secretaria de Agricultura y Desarrollo

Rural, Corporación de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), y consultas realizadas a otras fuentes por medio de Internet y revistas especializadas.

#### 0.5.4 METODOLOGÍA

Para realizar el estudio de factibilidad para el montaje de una productora de alcohol carburante a partir de la yuca, se realizó los siguientes pasos.

Como punto de arranque del proyecto, se realizó un estudio de mercado, donde se establecieron criterios como volúmenes de demanda insatisfecha, oferta, localización de la demanda, mercado potencial, entre otras.

Seguidamente se elaboró el estudio de viabilidad técnica, donde se analizan temas como capacidad del proyecto, localización de la planta, ingeniería del proyecto, en esta última se incluyen la caracterización de los equipos necesarios para la operación, identificación de los procesos, determinación de el tipo de materia prima, además de determinar las funciones administrativas y los aspectos legales que conlleva el proyecto.

La tercera parte la conforma el estudio de viabilidad financiera, donde se observaran aspectos como; cálculos de los costos de inversión, comparaciones entre costos y rentabilidad, y se medirán variables como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN) y otros indicadores financieros.

Para finalizar, se presentarán los resultados de estudios de impacto socioeconómico y ambiental que ocurrirían con la puesta en marcha del proyecto.

## **ESTUDIO DE MERCADO**

Con el objeto de investigar algunas variables de naturaleza social y económica que condicionan el proyecto aún siendo aparentemente ajenas a este, se procedió a realizar una recopilación de los antecedentes del tema a investigar y el respectivo análisis de las siguientes variables: cómo, cuando, donde, quienes y en qué cantidades; compran, venden, o utilizan alcohol carburante, así como la identificación de posibles competidores y/o sustitutos del producto, los cuales permitan determinar la conveniencia o no de producir alcohol carburante en la ciudad de Cartagena a partir de la yuca amarga.

### **1.1 SEGMENTACIÓN DEL MERCADO**

Dentro del análisis previo para la evaluación de factibilidad de la producción de biocombustibles, en especial alcohol carburante, es necesario aplicar herramientas de segmentación de mercados que permitan establecer una mirada rápida a los principales segmentos de mercados potenciales del producto con el fin de optimizar la toma de decisiones en cuanto a los procesos de venta y comercialización.

Para el análisis de mercado del proyecto “Estudio de factibilidad para la creación de una planta de producción de alcohol carburante a partir de yuca amarga en la ciudad de Cartagena” se tuvo en cuenta los siguientes factores de segmentación:

- Existencia de un mercado para el producto
- Tamaño de la demanda
- Viabilidad de penetración al mercado
- Competencia interna
- Competencia externa

En este sentido, luego de una amplia revisión bibliográfica se eligieron los segmentos de Estados Unidos, la Unión Europea y el mercado interno regional en Colombia, específicamente la Región Caribe, como los puntos de referencia para esta investigación.

### ➤ **Segmentos**

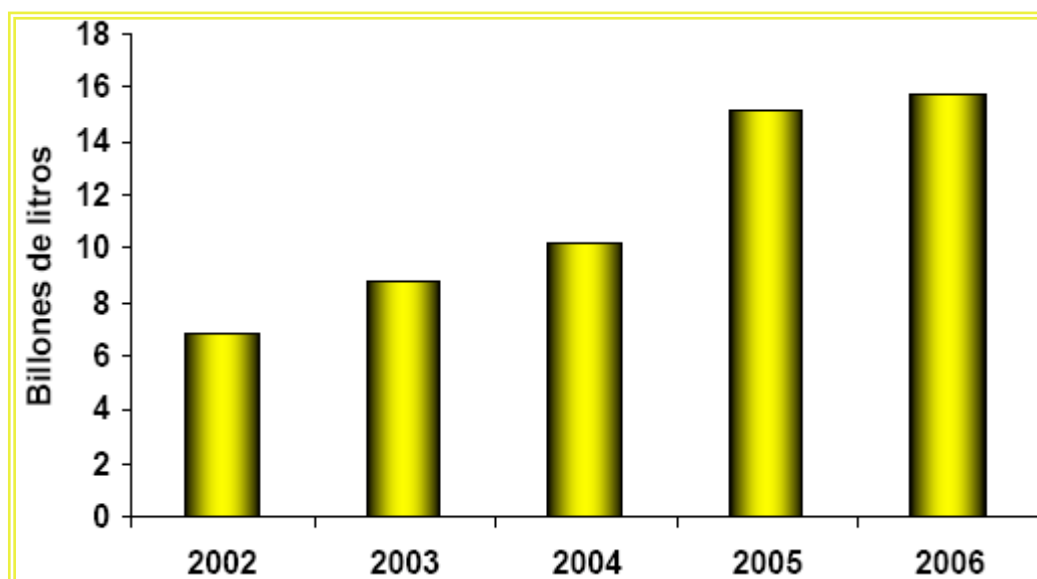
#### 1.1.1 Estados Unidos

Actualmente, Estados Unidos es el segundo productor de etanol como combustible para motor a nivel mundial y su producción es principalmente a base de maíz. Adicionalmente, como muestra la Grafica No.1, la tendencia de crecimiento del sector entre los años 2002 a 2006 es cercana al 90%, con lo que la producción estadounidense podría exceder la brasilera en los próximos años.

De otro lado, estas tendencias crecientes de Estados Unidos, son explicadas por el comportamiento en la producción de este oxígeno, que ha pasado de 6,5 billones de litros al año 2002 a 16 en el año 2006, lo que se traduce en un crecimiento promedio anual del 126%, mostrando un mayor crecimiento entre los años 2004 y 2005, y una tendencia a estabilizarse a partir de este último periodo de estudio.



GRÁFICO No.6. EEUU. PRODUCCIÓN DE ETANOL. 2002-2006



Fuente: Los Biocombustibles en Colombia, Ministerio de Minas y Energía.

El uso del etanol para Estados Unidos está regulado por dos normas:

La “*Clear Air Act*” del año 1970, enmendada en el año 1990, y la “*Energy Policy Act*” de 1978, reformada en el año 1998. La primera “impuso la obligación de un nivel mínimo de contenido de oxígeno en la gasolina comercializada en áreas donde la calidad del aire no alcanza a cumplir el estándar federal”<sup>25</sup>, hasta hace poco, los refinadores utilizaban un aditivo llamado MTBE (metil terbutil éter)<sup>26</sup> para poder cumplir con los estándares establecidos, pero tiempo después, este producto se prohibió en varios Estados debido a razones de salud pública.

Esto contribuyó a que el etanol surgiera como sustituto de este oxigenante de gasolinas y originó un incremento sustancial en la demanda del primero. Otra tendencia que ha afectado positivamente el consumo de etanol como agente oxigenante y carburante de la gasolina ha sido la política de reducción de la dependencia de combustibles fósiles que se ha visto con mayor claridad tras la

<sup>25</sup> Bioetanol y Biodiesel: los combustibles ecológicos en Colombia. Contraloría General de la Republica, sector Minas y Energía.

<sup>26</sup> El MTBE es un compuesto orgánico utilizado como aditivo oxigenante de las gasolinas.

firma de acuerdos con Brasil para la investigación y el desarrollo de biocombustibles y los diálogos efectuados con Colombia sobre la misma línea.

En cuanto al tema de biodiesel, “EE.UU. es el segundo productor mundial de este combustible con 250.000 toneladas. Sin embargo, el alto índice de yodo, asociado con el éster obtenido a partir de la soya, puede convertirse en un obstáculo para su exportación a Europa”<sup>27</sup>.

Es importante anotar que Estados Unidos ocupa el cuarto lugar entre los países exportadores de Bioetanol con 3 millones de hectolitros en el año 2004, mientras que para ese mismo año, ocupa el primer lugar de países importadores con 7 millones de hectolitros. Lo cual se puede considerar como una oportunidad importante en cuanto a mercados potenciales, debido a que sus importaciones de etanol doblan en cantidad sus exportaciones.

#### 1.1.2. Unión Europea

“La Unión Europea importa el 50% de sus necesidades energéticas, por un valor aproximado de 240 mil millones de euros cada año. Si la tendencia de consumo energético se mantiene, este porcentaje podría llegar a un 70% en 2030”<sup>28</sup>

La Comisión Europea formuló un programa enfocado a la promoción de la utilización de biocombustibles y otros carburantes sustitutivos en el sector transporte, titulado “*Hacia una estrategia europea de seguridad del aprovisionamiento energético*”. El objetivo es que para el año 2020 los biocombustibles representen el 20% del consumo total del transporte.

---

<sup>27</sup> Bioetanol y Biodiesel: los combustibles ecológicos en Colombia. Contraloría General de la Republica, sector Minas y Energía.

<sup>28</sup> IBID

A nivel de alcohol carburante, la producción para el año 2004 alcanzó los 4,2 billones de litros, para el año 2010 la meta es alcanzar el uso del alcohol carburante en una proporción del 5,75% para el sector transporte, consiguiendo que el 2% de los carburantes utilizados en el transporte sean derivados de biocombustibles.

España es el primer país de la Unión Europea con una producción de Bioetanol de 194.000 toneladas en 2004, sin embargo ha incumplido el objetivo europeo de alcanzar un consumo de biocarburantes del 2 por ciento del mercado nacional de gasolina y gasóleo para el transporte para el año 2005.

En cuanto al Biodiesel, la Unión Europea se convirtió en el mayor productor mundial de Biodiesel al llegar el año 2005 con una producción de 3,2 millones de toneladas, lo que significa un aumento del 65% respecto al año anterior<sup>29</sup>. Así mismo, en el año 2006 el 75% de la producción mundial de biodiesel era procedente de la Unión Europea.

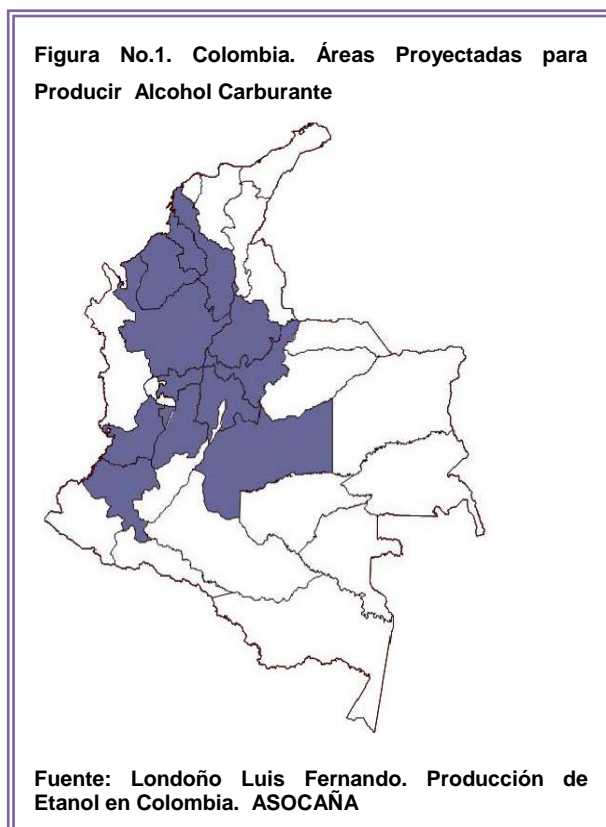
Este comportamiento del biodiesel se debió a que los cultivos de oleaginosas son los que están mejor organizados, y al aumento sustancial de la demanda del diesel sobre la de gasolina motor. Sin embargo, no fue posible cumplir el objetivo para que el biodiesel constituyera como mínimo el 2% de los combustibles de transporte en cada Estado miembro para 2005

Es así, como Estados Unidos y la Unión Europea se constituyen en mercados potenciales a nivel internacional para la comercialización del alcohol carburante. Por lo anterior, es pertinente realizar el análisis respectivo de la producción de este biocombustible a nivel nacional, regional y departamental que permita establecer la viabilidad de proyectos relacionados con el tema.

---

<sup>29</sup> IBID

### 1.1.3. Región Caribe



Son muchos los proyectos que se emprenden actualmente para la producción de alcohol carburante, anteriormente la mayoría de estos se concentraban en la región central del país. Se puede decir entonces que existe una amplia visión para la construcción de nuevas plantas productoras de alcohol carburante. En la Figura No. 1, se muestran los departamentos en los cuales se proyecta el establecimiento de estas plantas, entre los cuales se encuentran Bolívar, Córdoba y Sucre; para la región Caribe colombiana.

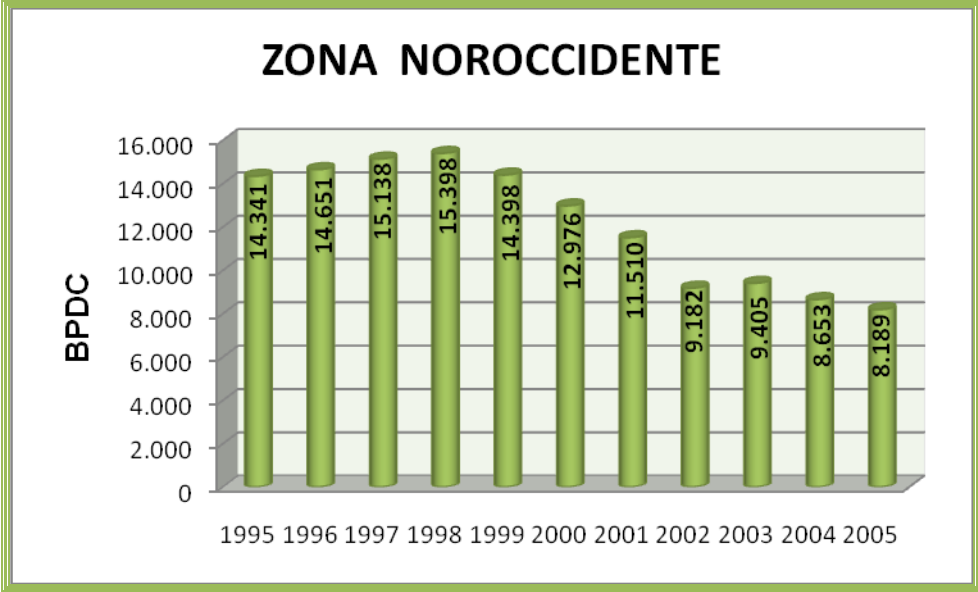
Igualmente, se están adelantando estudios de factibilidad para la construcción de plantas en municipios como Sincelejo (Sucre) y Codazzi (Cesar), cuya materia prima puede ser la yuca. Actualmente para el departamento de Bolívar no existen estudios de factibilidad; a pesar de estar contemplado dentro de los planes de producción de etanol.

Teniendo como punto de partida esta realidad, aunado a la creciente demanda de este producto en los mercados internacionales y nacionales (fundamentados en las metas legalmente vigentes), es necesario asumir desarrollo de proyectos que redunden en una mayor producción de biocombustibles para suplir las necesidades de estos mercados.

La demanda nacional de alcohol carburante para suplir los requerimientos legales que determinan una mezcla de 10% de alcohol con la gasolina, esta estimada en 2.500.000 Lt/día, y se consideró que para el año 2006 el consumo de alcohol carburante en la Región Caribe sería de 190.794 Lt/día.

Según cifras obtenidas de Ecopetrol S.A. la venta de gasolina motor a los distribuidores mayoristas entre los años 1995 a 2005 en la zona noroccidental del país, ha presentado una tendencia decreciente a partir del año 2000, esto puede deberse a la introducción del gas natural comprimido (GNC) como una fuente alternativa de combustible más barata que la gasolina.

**Gráfico No. 7. Colombia. Zona Noroccidental. Venta Gasolina Motor Mayoristas BPDC<sup>30</sup>. 1995 - 2005**



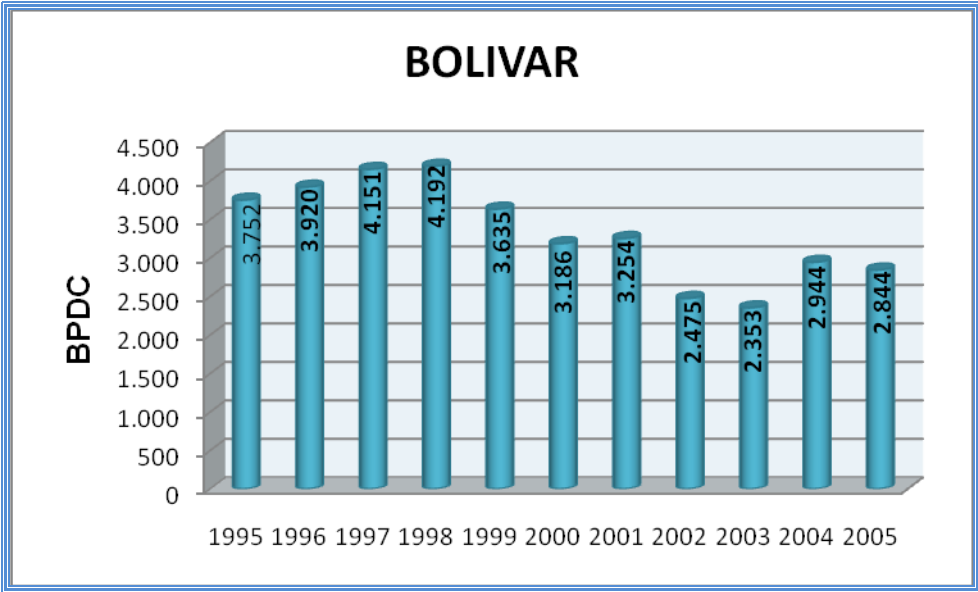
Fuente: Diseño del Autor en base a información obtenida del ECOPETROL S.A.

Por otro lado se observa que la venta de gasolina motor en el mercado Bolívarense ha tenido un comportamiento variado; entre 1995 y 1998, se observa una tendencia creciente en la venta de este combustible; a partir de 1999 y hasta el año 2003, se presentaron disminuciones sucesivas y equivalentes al 10,47% promedio anual, para el periodo de 2004-2005, el crecimiento promedio fue del

<sup>30</sup> **BPDC:** Barriles por día calendario, representan la cantidad de crudo que una refinería puede destilar bajo condiciones normales de operación.

10,86% anual. Este comportamiento que presenta el mercado se debe principalmente al auge por la introducción del GNC, el incremento en los precios de la gasolina motor y el aumento sustancial en los últimos años de la circulación de otros vehículos propulsados por gasolina como son las motos.

Gráfico No. 8. Bolívar. Venta Gasolina Motor a Mayoristas. 1995 - 2005



Fuente: Diseño del Autor en base a información obtenida del ECOPETROL S.A.

### 1.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Después del anuncio del presidente Álvaro Uribe Vélez, de su intención de apoyar el montaje de cuatro plantas productoras de alcohol carburante para la costa Caribe colombiana, han surgido varias iniciativas de gobiernos departamentales e inversionistas privados.

Entre ellas se contempla la construcción de una planta de alcohol carburante en Cartagena, que pudiese estar produciendo 200 mil o 250 mil litros/día,

debido a que la demanda de etanol para la ciudad se encuentra alrededor de los 180.000 litros diarios<sup>31</sup>.

Partiendo de esta realidad, se determinará la proyección de la demanda de alcohol carburante en la ciudad, tomando como base las estadísticas de la venta de Gasolina en la refinería de Ecopetrol en Cartagena a los distribuidores mayoristas desde el año 1990 hasta 2007. Ver tabla No.1.

De acuerdo a lo anterior, se presentan los siguientes datos proyectados a 5 años de la demanda de gasolina y su respectiva demanda de alcohol carburante con las mezclas del 10% y 20% a partir del año 2012. Ver tabla No. 2 y No. 3.

---

<sup>31</sup> Yuca o caña de azúcar las alternativas, Bolívar por una planta de alcohol carburante.  
[www.federacionnacionaldecombustible.com](http://www.federacionnacionaldecombustible.com)

**Tabla No. 4. Cartagena. Estadísticas Refinería Ecopetrol. 1990 – 2007**

Ventas por Planta Total BLS/mes												
Fecha	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	118.817	123.136	131.599	113.956	127.656	134.118	123.287	145.453	121.490	127.886	139.858	145.675
1991	118.403	118.374	131.071	132.687	125.248	146.789	132.208	140.520	133.159	138.534	137.999	156.625
1992	128.512	125.539	134.110	139.535	128.074	154.181	114.471	136.298	133.937	160.220	132.775	166.144
1993	114.883	131.328	132.605	132.835	143.353	137.547	143.337	146.061	148.462	150.833	144.001	189.128
1994	150.314	138.736	156.795	161.153	164.443	161.815	171.175	174.445	166.638	168.717	163.119	197.810
1995	178.777	161.497	172.691	164.622	185.060	179.651	185.252	188.682	175.032	185.545	185.659	203.657
1996	171.369	139.976	139.728	150.942	161.834	157.088	168.595	181.973	164.201	177.965	173.184	196.245
1997	203.991	154.793	164.120	175.155	184.926	167.893	203.780	182.456	184.471	188.236	192.243	209.171
1998	209.882	159.176	176.761	190.211	187.579	174.214	197.952	184.857	185.900	193.036	171.039	216.277
1999	177.600	168.405	191.631	176.577	173.978	146.032	168.407	175.821	173.262	152.859	135.761	159.258
2000	189.272	152.413	176.383	142.468	139.982	154.936	139.015	146.852	138.239	137.038	130.496	165.045
2001	148.840	141.127	133.579	134.906	126.980	124.305	130.093	129.772	126.174	137.013	118.650	139.409
2002	144.601	116.334	147.291	151.843	159.495	165.160	189.915	204.346	196.640	188.613	182.172	199.559
2003	198.346	169.419	187.571	178.230	184.232	183.461	184.111	176.320	171.067	189.127	166.387	195.351
2004	205.670	167.719	182.035	191.318	176.358	183.292	191.541	193.732	186.445	164.102	163.089	183.683
2005	206.586	182.573	209.018	188.713	186.904	186.392	191.372	197.664	186.851	187.212	181.378	203.354
2006	207.071	166.031	193.597	193.597	192.839	190.702	199.260	198.882	183.408	190.988	184.029	198.230
2007	210.412	175.352	190.409	186.113	183.432	179.279	177.125	187.805	181.208	185.968	188.219	191.578

**Fuente: Diseño del Autor en Base a Información de Ecopetrol**



TABLA .No. 5. Cartagena. Proyección de Demanda Gasolina – Etanol. 2008 - 2012

PROYECCION DE LA DEMANDA DE GASOLINA Y ETANOL CON EL 10 Y 20% RESPECTIVAMENTE. BLS/MES												
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
AÑOS	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol
2008	191.819	19.182	192.060	19.206	192.301	19.230	192.542	19.254	192.784	19.278	193.025	19.302
2009	194.713	19.471	194.954	19.495	195.196	19.520	195.437	19.544	195.678	19.568	195.919	19.592
2010	197.608	19.761	197.849	19.785	198.090	19.809	198.331	19.833	198.573	19.857	198.814	19.881
2011	200.502	20.050	200.743	20.074	200.985	20.098	201.226	20.123	201.467	20.147	201.708	20.171
2012	203.397	24.408	203.638	24.437	203.879	24.465	204.120	24.494	204.362	24.523	204.603	24.552

Fuente: Diseño del Autor

TABLA No. 6. Cartagena. Proyección de Demanda Gasolina – Etanol. 2008 – 2012.

PROYECCION DE LA DEMANDA DE GASOLINA Y ETANOL CON EL 10 Y 20% RESPECTIVAMENTE. BLS/MES												
	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
AÑOS	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol	Gasolina	Etanol
2008	193.266	19.327	193.507	19.351	193.748	19.375	193.990	19.399	194.231	19.423	194.472	19.447
2009	196.161	19.616	196.402	19.640	196.643	19.664	196.884	19.688	197.125	19.713	197.367	19.737
2010	199.055	19.905	199.296	19.930	199.537	19.954	199.779	19.978	200.020	20.002	200.261	20.026
2011	201.949	20.195	202.191	20.219	202.432	20.243	202.673	20.267	202.914	20.291	203.156	20.316
2012	204.844	24.581	205.085	24.610	205.326	24.639	205.568	24.668	205.809	24.697	206.050	24.726

Fuente: Diseño de Autor

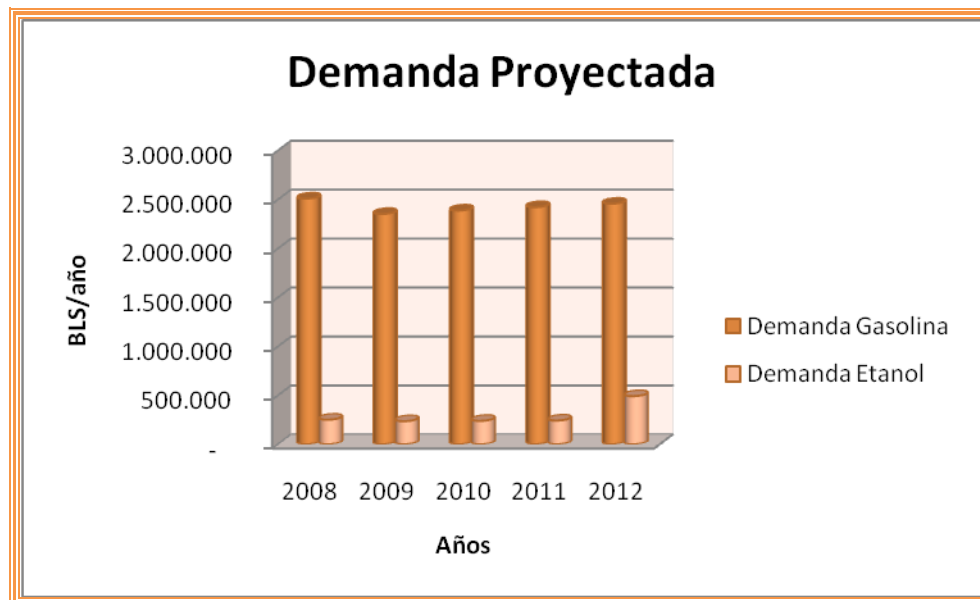
**Tabla No. 7. Cartagena. Demanda Proyectada Anual de Gasolina y Alcohol Carburante. 2008 – 2012.**

Demanda Proyectada BLS/año			
Año	Demanda Gasolina	Demanda Etanol	Mezcla
2008	2.509.322	250.932	10%
2009	2.352.479	235.248	10%
2010	2.387.213	238.721	10%
2011	2.421.946	242.195	10%
2012	2.456.680	491.336	20%

Fuente: Diseño del Autor.

La tendencia del consumo de etanol es creciente, pues a partir del año 2012, la proporción de mezcla pasara del 10 al 20%, para el alcohol carburante y del 80% para la gasolina motor. Ver gráfico No. 9.

**Gráfico. 9. Cartagena. Comportamiento de la Demanda de Etanol y Gasolina.**



Fuente: Diseño del Autor

Hay que destacar que en la ciudad actualmente no existen plantas productoras de alcohol carburante, de acuerdo con los datos proyectados, la demanda efectiva del

proyecto se encuentra alrededor de los 100.000 litros diarios. Una vez realizado el respectivo análisis de la producción tanto nacional como internacional y la demanda potencial, se procede a describir la variables que deben tenerse en cuenta por parte de los agentes productores del alcohol carburante, el Estado, los distribuidores mayoristas y minoristas y el usuario final de la gasolina oxigenada.

### **1.3 ANÁLISIS DE MACRO Y MICROENTORNO**

#### **1.3.1 EL ENTORNO DEL PRODUCTOR**

Los productores de etanol en cada país, deberán evaluar las nuevas oportunidades que aparecerán con la creciente demanda del etanol, así como la competencia entre tecnologías, materias primas, desarrollo de derivados y subproductos, reducción en costos de inversión, procesos y calidad.

En inversiones a mediano y largo plazo, el productor de alcohol carburante, debe considerar aspectos que van desde las licencias ambientales otorgadas por el Estado, hasta los compromisos con las compañías que efectuarán las mezclas con la gasolina, pasando por el suministro permanente de las materias primas, los riesgos y responsabilidades en los procesos industriales y el desempeño del producto.

En la siguiente figura se presenta un esquema de los principales factores que deben ser tenidos en cuenta para la producción y venta del alcohol carburante.

**Figura No. 2. Principales factores a considerar por el posible productor de alcohol carburante**



**Fuente: C.O. Briceño, Aspectos Estructurales y de Entorno que Enmarcan los Proyectos e Inversiones para la Producción de Bioetanol en Colombia.**

**Perspectivas Del Negocio (1):** la persona o el productor de alcohol carburante debe analizar variables como demanda estimada, mercado meta, posibles competidores, sostenibilidad del negocio, estos son aspectos que se ven reflejados en los estudios de mercado.

**Diversificación En El Negocio (2):** se debe tener en cuenta las posibilidades de diversificar la producción de alcohol carburante, teniendo en cuenta los subproductos que se derivan a lo largo del proceso de producción y sus usos, entre los cuales se encuentran: afrecho y agua residual, entre otros.

**Aspectos Jurídicos (3):** la parte legal no puede dejarse atrás, hay que analizar la reglamentación que rigen la producción y comercialización de alcohol carburante,

en Colombia la primera ley que surgió para promover este sector fue la Ley 693 de 2001, a continuación un resumen de cada una:

**Tabla No. 8. Colombia. Marco Legal**

✓ Ley 693 de 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crea estímulos para la producción, comercialización y consumo de alcohol carburante.</li> <li>▪ Esta ley establece la obligatoriedad de componentes oxigenados para su uso en los combustibles en ciudades de más de 500.000 habitantes.</li> <li>▪ Establece plazos para la implementación del alcohol carburante como oxígeno de gasolina en Colombia. Se define un plazo de 5 años para implementar la norma de manera progresiva a partir de la promulgación de esta Ley.</li> </ul>
✓ Ley 788 de 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Referencia los bienes exentos del impuesto sobre las ventas, entre los cuales se encuentra el alcohol carburante con destino a la mezcla con gasolina motor, también se libra de pagar el impuesto global de la gasolina.</li> </ul>
✓ Ley 939 de 2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estimula la producción y comercialización de Biocombustible para uso de motores diesel.</li> <li>• El Biocombustible para uso en motores diesel de producción nacional con destino a la mezcla con ACPM estará exento del impuesto a las ventas y del impuesto global del ACPM.</li> </ul>
✓ Resolución 1565 de 2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determina los requisitos técnicos y ambientales que deben cumplir los alcoholes carburantes y los combustibles oxigenados.</li> </ul>
✓ Resolución 18 1069 de 2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Expide la reglamentación técnica en relación con la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes y su uso en los combustibles nacionales e importados.</li> </ul>
✓ Resolución 18 0222 de 2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Define la Banda de precios para los alcoholes carburantes destinados a la mezcla con gasolina.</li> </ul>
✓ Decreto 383 de 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fija los estímulos para la implementación de zonas francas para empresas de tipo uni-empresarial, incluidas en estos proyectos agroindustriales.</li> </ul>
✓ Resolución 18 0782 de 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fija los requisitos técnicos y ambientales que deben cumplir los Biocombustibles para uso en los motores diesel y su mezcla con el diesel de origen fósil.</li> </ul>
✓ Resolución 18 0212 de 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Define la estructura de precios para el ACPM mezclado con Biocombustible para uso en motores diesel.</li> </ul>
✓ Decreto 2629 de 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establece cronograma para ampliar la mezcla obligatoria de Biocombustibles en 10% a partir del 1º de enero del año 2010, y 20% a partir de 2012.</li> </ul>
✓ Resolución 18 0405 de 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Define la estructura de precios para la gasolina motor corriente oxigenada para el mes de abril de 2008</li> <li>▪ Establece que el ingreso al productor que registró entre el 1 y 30 de abril de 2008 será de 4,496.88 por Galón</li> </ul>

Fuente: Autor con base a información de [www.minagricultura.gov.co](http://www.minagricultura.gov.co)

**Tecnologías y Equipos (4):** Este es un factor de gran impacto dentro del estudio técnico, debido a que la selección de equipos y tecnologías adecuadas determinan la capacidad de producción de la fábrica y la eficiencia de esta, actualmente no existe consenso sobre cuál es el mejor desarrollo técnico económico aplicable a este tipo de procesos; en Colombia las destilerías adjuntas a los ingenios azucareros adquirieron tecnología Indú denominada Praj – Delta T<sup>32</sup>.

Es importante que la tecnología utilizada cumpla con Procesos eficientes, estables, ecológicamente amigables, energéticamente equilibrados y sostenibles económicamente.

**Precios e Incentivos (5):** la determinación de precios y los incentivos para la producción de alcohol carburante, van de la mano con la parte jurídica ya que estos son determinados por el Estado, como son las Leyes 939 de 2004, Ley 788 de 2002 y el Decreto 383 de 2007.

Con la Resolución 180450 del 28 de Marzo de 2008, el Ministerio de Minas y Energía, en el Artículo No. 2, determinó el ingreso al productor del alcohol carburante que regirá entre el 1 y 30 de abril del 2008, el cual quedo en \$ 4.496.88 por galón.

**Materias Primas (6):** el productor de acuerdo a la región y su disponibilidad determina la materia prima a utilizar para la producción de etanol, para esta investigación en particular, la materia prima es la yuca, por ser un producto característico de la región, de relativa abundancia.

---

<sup>32</sup> Briceño Carlos O, CENICAÑA, Aspectos estructurales y de entorno que enmarcan los proyectos e inversiones para la producción de Bioetanol en Colombia.

**Energía (7):** la cantidad de energía necesaria para transformar la materia prima al etanol como producto terminado es otro factor a tener en cuenta el productor.

**Agua (8):** Al igual que la anterior representa unos costos de producción, y al tiempo es un requisito técnico que debe cumplir el producto terminado mezclado con la gasolina, el cual no debe exceder los 2000 ppm.

**Ecología (9):** El productor de etanol debe tener en cuenta que la cantidad de materia prima necesaria para la producción, no puede afectar los equilibrios ecológicos de la región, así como recordar que el producto terminado mezclado con las gasolinas generará aspectos positivos sobre el medio ambiente, como la disminución de emisiones de gases como el CO<sup>2</sup>, por parte de los automotores.

**Clientes & Usuarios (10):** tener presente las preocupaciones de los distribuidores y el cliente final sobre el etanol producido como son: los cumplimientos de los requisitos técnicos ambientales legales para la mezcla con la gasolina motor por parte de los clientes y los rendimientos altos, o la mejora en el desempeño de los automóviles entre otras por parte del usuario final.

**Riesgos y Responsabilidades (11):** el productor debe asumir los riesgos que presenta dedicarse a un proceso como estos, así como las responsabilidades que se adquieren de forma directa e indirecta con los demás agentes de la cadena de suministro.

**Comercialización (12):** la definición de una estrategia comercial determina las pautas a seguir para llegar a vender el producto al mercado meta seleccionado, esta abarca el análisis y selección de mercados la definición de objetivos

comerciales y la combinación de instrumentos del marketing, como son los precios, producto, distribución y la promoción.

**Financiación (13):** este punto hace referencia a la obtención de fuentes de financiación a considerar por el futuro productor, las cuales pueden ser un solo tipo o mixta; entre las que se encuentran los créditos con entidades financieras, apoyo del gobierno y entidades privadas o aporte de capital

**Costos de Operación (14):** deben medirse muy atentamente los costos de operación puesto que estos comparados con las ventas representan la utilidad de la empresa.

**Compromisos con el Estado, Clientes y Usuarios (15):** el productor nunca debe dejar de lado los compromisos adquiridos directa e indirectamente con los demás eslabones de la cadena de suministro del alcohol carburante, estos incluyen estado, mayoristas y el cliente final

**Aspectos Sociales (16):** Es la capacidad de una empresa o entidad, de responder frente a los efectos e implicaciones de sus acciones sobre los diferentes grupos con quien se relaciona, este es un aspecto tan importante como los costos de operación, la selección de tecnología o la parte legal, debido a que en el componente social deben tenerse en cuenta variables como: empleo, salud, oportunidades, inversión social para las comunidades aledañas entre otras, esto si quiere tenerse un desarrollo armónico y estable entre la empresa y su entorno.



### 1.3.2 EL ENTORNO DEL ESTADO

En la mayoría de los nuevos proyectos a escala mundial, sobre todo cuando afecta positivamente a uno o varios de los sectores económicos, políticos o sociales de un país; el Estado apoya insistentemente las gestiones de grupos y líderes de los diferentes sectores privados o públicos, para incentivar el beneficio de toda la comunidad, ya sea estableciendo incentivos económicos como es el caso de los subsidios, rebaja de impuestos o la entrada al país de tecnología sin aplicación de aranceles o gravámenes.

Son numerosos los factores que están motivando a los Estados a incentivar y apoyar los proyectos de producción de etanol, los cuales van desde aspectos netamente económicos hasta consideraciones sobre salud, empleo, educación y medio ambiente.

Para el caso de esta investigación, es de resaltar que el gobierno colombiano con el fin de incentivar el sector de los Biocombustibles en el país, ha determinado a través de sus leyes beneficios económicos y tributarios como son los mencionados en la Ley 788 de 2002, exoneración del pago de los impuestos actuales de la gasolina al alcohol carburante; Ley 939 de 2004 y el Decreto 383 de 2007.

El objetivo de un programa nacional de alcoholes carburantes es producir etanol a partir de la caña de azúcar y otros productos agrícolas, para mejorar la calidad de las gasolinas y a su vez la calidad del medio ambiente, debido a la disminución de las emisiones de los automóviles.

En la siguiente figura se muestran las principales líneas de acción que mueven al Estado a apoyar proyectos de este tipo y los aspectos de compromiso y acompañamiento que deben hacerse con cada uno de estos.

**Figura No. 3. Aspectos de interés y compromiso del estado en el desarrollo de plantas productoras de alcohol carburante**



**Fuente: C.O. Briceño, Aspectos Estructurales y de Entorno que Enmarcan los Proyectos e Inversiones para la Producción de Bioetanol en Colombia.**

**Ahorro de Combustible (1):** con la implementación del alcohol carburante como componente oxígeno de la gasolina motor, se presenta un ahorro sustancial en el consumo de combustible fósil, representado en miles de barriles de petróleo al día, lo cual conlleva a una extensión de las reservas petroleras del país.

**Aspectos Ambientales (2):** la utilización del etanol genera una mejora en la calidad del medio ambiente y por ende la calidad de vida de los ciudadanos, esto debido a la disminución en las emisiones generadas por la combustión de la gasolina oxigenada dentro de los motores de los automóviles

**Fuentes de Empleo (3):** el Estado constantemente promueve la generación de nuevas fuentes de empleo en busca de estabilizar las cifras de desempleo del país. Es así como con este tipo de proyectos no sólo se generan fuentes de empleos para las poblaciones aledañas a la planta procesadora, sino que se

activa la generación de empleo en las zonas rurales, debido a la necesidad del cultivo y la cosecha de la materia prima.

**Desarrollo Regional (4):** es uno de los factores principales de la política económica y social de cualquier Estado. Fundamentalmente, se refiere a aspectos como el incremento en los niveles de inversión, empleo, ingresos; todos ellos indispensables para el mejoramiento de la calidad de vida de la población y conducentes a lograr el desarrollo regional esperado.

**Nuevas Fuentes de Ingreso (5):** este factor, se encuentra contenido dentro de los aspectos que atañen al desarrollo regional, debido a que las nuevas empresas se convierten en fuentes directas de empleo y por ende de ingresos, no solo para el Estado, sino también para los empleados, trabajadores, socios y demás agentes relacionados con ella.

**Exportaciones (6):** En Colombia debido al potencial de las tierras aptas para el cultivo y dada la posibilidad de extracción de alcohol carburante de un sin número de productos agrícolas, es viable pensar en la exportación de este producto a países como Estados Unidos, Japón o la Unión Europea, lo cual representaría a mediano y largo plazos beneficios para la balanza comercial del país.

**Nuevas Industrias y Productos (7):** el desarrollo industrial y los nuevos productos, abre las puertas para la inversión extranjera o posicionamiento de nuestros productos en los mercados internacionales, lo que se puede traducir una mejora en la economía del país.

**Incentivo a los Productores (8):** para lograr el desarrollo del sector de los biocombustibles el gobierno ha determinado la utilización de incentivos para los

productores del biocombustible como los que se nombran en las Leyes 788 de 2002 y 939 de 2004.

**Exenciones y Aranceles (9):** este es otro medio que emplea el gobierno para impulsar el desarrollo del sector de los biocombustibles, pues cuando los proyectos de tal magnitud requieren maquinaria y tecnología extranjera en gran parte de los casos, se les asignan exenciones en el pago de impuestos por la importación, o los aranceles tienden a ser mínimos.

**Controles de Calidad, Abastecimiento, Producción (10):** para el aseguramiento de la calidad del alcohol carburante, en Colombia a través de las Resoluciones 1565 de 2004 y 18 1069 de 2005, se fijaron los requisitos técnicos ambientales que deben cumplir los alcoholes carburantes y combustibles oxigenados, así como la reglamentación técnica relacionada con la producción, acopio, distribución y puntos de mezcla de los alcoholes carburantes.

**Compromisos Internacionales (11):** el país tiene responsabilidades internacionales que debe cumplir, como es el tratado de Kyoto; en éste, los países participantes se comprometen a mejorar la calidad del medio ambiente con el fin de disminuir el deterioro del planeta, con la utilización del alcohol carburante como oxígeno de las gasolinas es un mecanismo para alcanzar la meta.

**Investigación y Desarrollo (12):** el desarrollo tecnológico de un país está sustentado entre otros aspectos, en su capacidad de generación de investigación y desarrollo de nuevos productos que le permitan incursionar en nuevos mercados, es por esto que el Estado debe promover dicha capacidad, añadiendo cada vez más importancia a la investigación en ciencia y tecnología.

### 1.3.3 EL ENTORNO DE LOS CLIENTES

Con los combustibles derivados del petróleo, los clientes de las refinerías petroleras son los grandes distribuidores para el caso de Colombia son: la Exxon-Mobi, Terpel, Chevron-Texaco, Petrobras y Brío; los cuales almacenan y distribuyen a los pequeños surtidores y estos a su vez al usuario final.

En el caso del alcohol carburante, después de haber sido obtenido en las plantas de destilación, es llevado en carros tanques hasta las plantas de almacenamiento de los distribuidores mayoristas quienes se encargaran de mezclar la gasolina y el alcohol anhídrido en la proporción dispuesta por el gobierno.

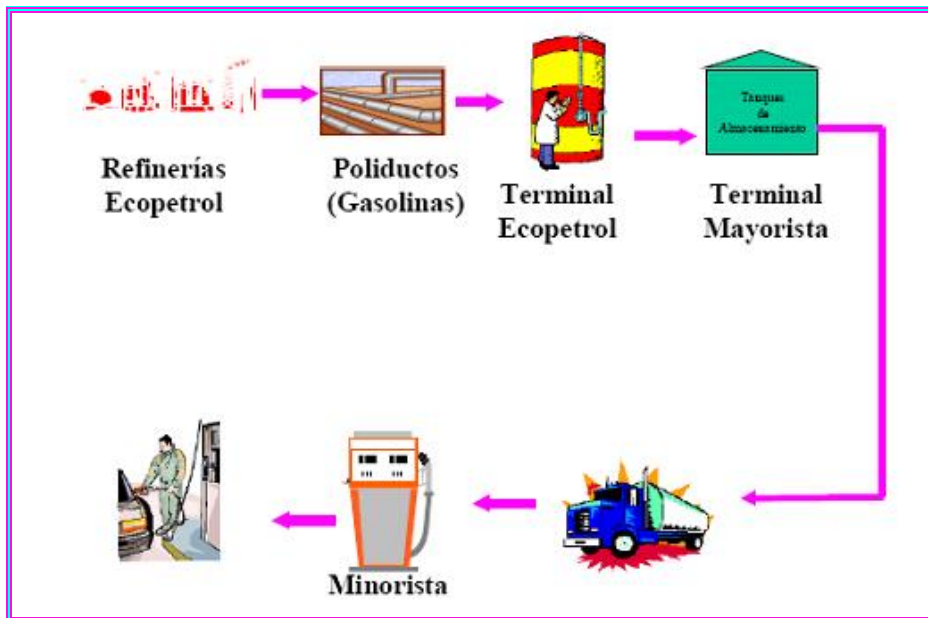
El manejo de los tanques de almacenamiento, mezclas y distribución del combustible oxigenado, es de responsabilidad directa de los grandes distribuidores, pero dada la importancia de este nuevo combustible, las destilerías estarán periódicamente visitando los centros de distribución y sus instalaciones, con el fin de verificar la calidad, las facilidades operativas y las formas de suministro al distribuidor minorista y por ende al consumidor final<sup>33</sup>.

A continuación se comparan el esquema actual de despacho de gasolina y el esquema con las modificaciones necesarias para la distribución de la gasolina oxigenada, referenciadas en las Figuras No. 4 y No. 5 respectivamente.

---

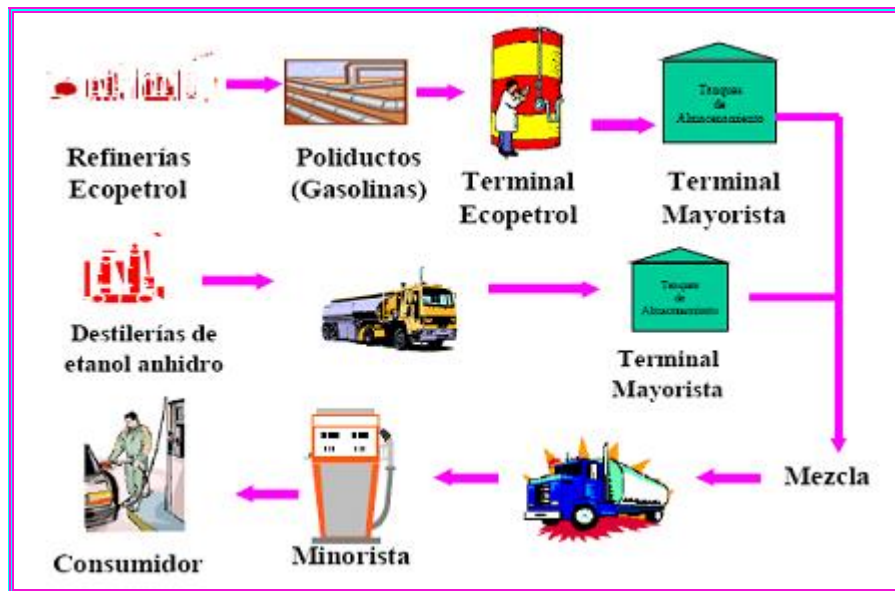
<sup>33</sup> IBID

Figura No.4. Esquema Actual de Distribución de la Gasolina



Fuente: ASOCANA. Producción de Etanol en Colombia 2007

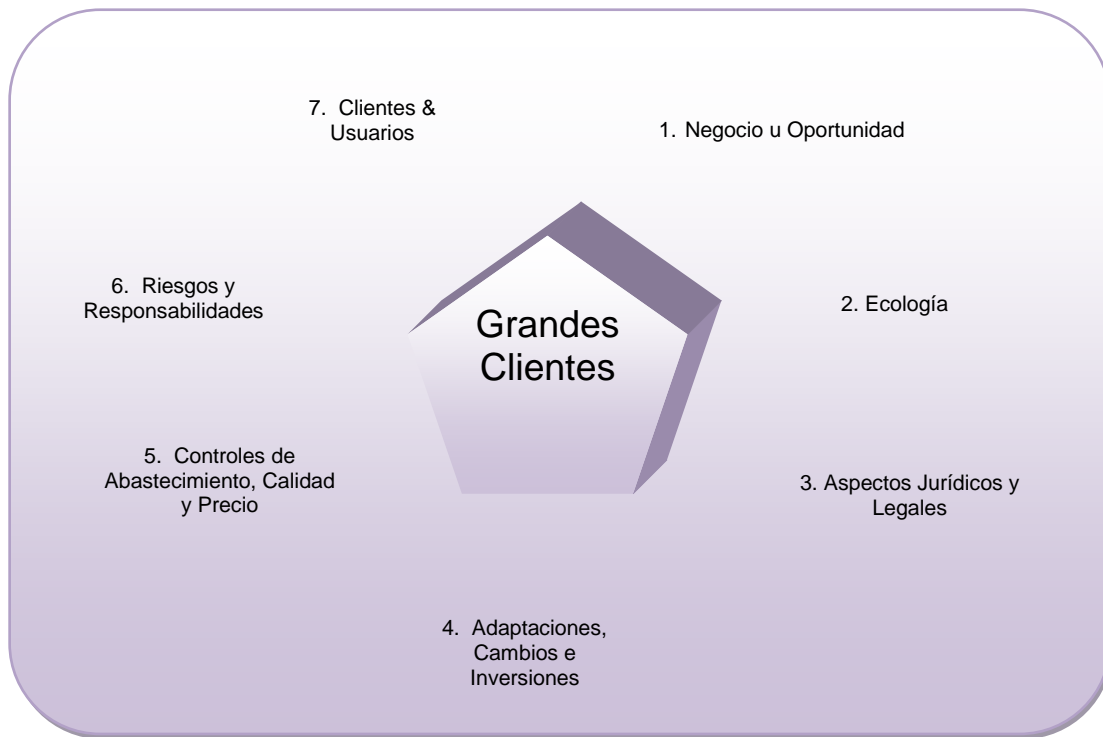
Figura No.5. Cambios Requeridos Para la Venta de Gasolina Oxigenada.



Fuente: ASOCANA. Producción de Etanol en Colombia 2007

Seguidamente se presenta una síntesis de los principales factores relacionados con la recepción, mezcla y distribución de las gasolinas, el alcohol y las gasolinas oxigenadas, que tienen incidencia sobre las actividades de los distribuidores mayoristas y minoristas.

**Figura No.6. Factores de interés que inciden en los negocios de los grandes clientes o distribuidores**



**Fuente: C.O. Briceño, Aspectos Estructurales y de Entorno que Enmarcan los Proyectos e Inversiones para la Producción de Bioetanol en Colombia.**

**Negocio u oportunidad (1):** esta oportunidad de negocio de los distribuidores estará representada en los volúmenes de demanda actuales y futuros que tendría la gasolina oxigenada, puesto que son ellos los únicos autorizados en Colombia, para realizar la mezcla.

**Ecología (2):** los mayoristas son los encargados de realizar las mezclas de gasolina y etanol en las proporciones fijadas por el gobierno nacional, por tanto son responsables de la aplicación de la medida, lo que implica que el no cumplimiento de la misma pueda acarrear efectos nocivos al medio ambiente.

**Aspectos Jurídicos y Legales (3):** al igual que el productor de alcohol carburante, los mayoristas tienen obligaciones legales y jurídicas por acatar, como es el cumplimiento de los requisitos de calidad que debe tener la gasolina oxigenada en los términos dispuestos por el gobierno según la Resolución 1565 de 2004.

**Adaptaciones, Cambios e Inversiones (4):** para la distribución de la gasolina oxigenada, los mayoristas deben realizar inversiones que se traducen en cambios y adaptaciones de sus sistemas de almacenamiento actuales con tecnologías de punta que les permitan recibir el etanol anhídrido y la gasolina motor, realizar la mezcla y por último la distribución del producto final.

**Controles de Abastecimiento, Calidad y Precios (5):** estos son aspectos relacionados directamente con los usuarios y el gobierno pero que afectan de alguna manera a este actor de la cadena de abastecimiento, pues es función del estado fijar las políticas de abastecimiento, calidad y precios del producto, teniendo en cuenta los efectos sobre los usuarios finales.

**Riesgos y Responsabilidades (6):** como en todo negocio, el distribuidor adquieren de manera directa e indirecta responsabilidades innatas con los demás actores de la cadena de abastecimiento, lo que implica tener en cuenta los posibles efectos sobre el desarrollo regional y nacional. Igualmente existen unos riesgos inseparables del proceso de la mezcla, el transporte y almacenamiento final del producto, que deben ser asumidos por los distribuidores.



**Clientes y Usuarios (7):** es un aspecto importante debido a que se constituyen no solo en la demanda presente del producto; si no también, dadas las recomendaciones de los usuarios actuales, en demanda futura lo que conduciría a mayores volúmenes de venta.

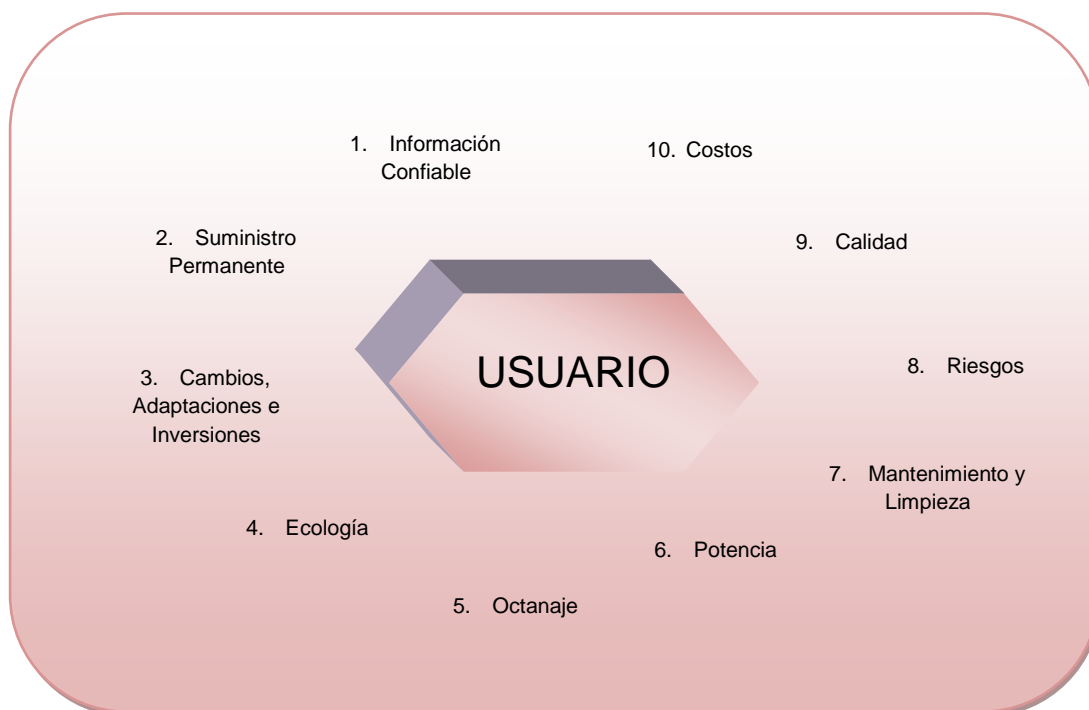
#### 1.3.4 EL ENTORNO DEL USUARIO

Es considerado el eslabón final de la cadena de distribución, y al usuario común le interesan más los beneficios inmediatos y medibles como son la disminución de costos a representado en precios más bajos o rendimientos más altos de la gasolina oxigenada, mejora en el desempeño de los automotores, seguridad de suministro del combustible frente a la gasolina actual, o sustitutos como el gas natural comprimido o diesel, y los menores niveles de contaminación.

Adicionalmente los beneficios como la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, aumento en el octanaje de la gasolina, disminución en la compra de gasolina del exterior, la generación de empleos, oportunidades de inversión y la generación de nuevos negocios entre otros, deberían ser suficientemente fuertes y claros para que el comprador final se sienta motivado y satisfecho con el producto.

En la siguiente figura se esquematizan las inquietudes y responsabilidades que deben tener los clientes de la gasolina oxigenada.

**Figura No.7. Esquema de Interacción Cliente – Gasolina Oxigenada**



**Fuente: C.O. Briceño, Aspectos Estructurales y de Entorno que Enmarcan los Proyectos e Inversiones para la Producción de Bioetanol en Colombia.**

**Costos (1):** este es definitivamente uno de los aspectos más importante a tener en cuenta por parte del consumidor final al momento de utilizar la gasolina oxigenada. Los costos pueden verse reflejados en una baja en el precio final del combustible oxigenado, o en un precio estable y competitivo con respecto a sustitutos como son el GNC o Diesel.

**Calidad (2):** ¿será un producto confiable y de buena calidad? Es la primera pregunta que surge en los consumidores cuando se introduce en el mercado un producto nuevo. La forma de proporcionar al consumidor la garantía de estar adquiriendo un producto de calidad, Es demostrando que cumple con todas las normas vigentes, con los requisitos técnicos ambientales fijados por el estado, su efectividad ha sido comprobada mediante estudios técnicos anteriores, y que el producto no afectará los motores de los automóviles.

**Riesgos (3):** los clientes se inquietan por los riesgos que se pueden generar al utilizar la gasolina oxigenada en los automotores, como el deterioro que esta puede causar a los motores, disminución en la potencia, entre otros. Sin embargo estas preocupaciones tienden a desaparecer en el largo plazo como consecuencia del uso continuo del combustible oxigenado.

**Mantenimiento y Limpieza (4):** como todo producto se debe tener especial cuidado con el mantenimiento y limpieza de los motores que utilicen gasolina oxigenada, pues es la forma de asegurar el éxito en el rendimiento del producto.

**No.6. Potencia (5):** la mayoría de los usuarios les interesa que su auto no sufra debido al cambio repentino a nuevos productos, como es la gasolina oxigenada.

Dado que este alcohol carburante tiene un mayor octanaje que la gasolina corriente, el producto final (gasolina oxigenada) tiene un mayor octanaje, similar al de la gasolina extra sin que el usuario le cueste más.

**Octanaje (6):** el octanaje esta directamente relacionado con la vida útil del motor y su funcionamiento, a un menor octanaje se presenta aumento en el consumo de combustible por distancia recorrida, lo que se traduce en mayor funcionamiento del motor, al igual que aumenta la contaminación por las emisiones arrojadas al medio ambiente. Pero con un mayor octanaje el contraste consumo vs distancia recorrida es mas eficiente lo cual se traduce en un ahorro de dinero para el usuario.

En el caso del uso de etanol como oxígeno de la gasolina motor, de acuerdo con estudios técnicos realizados, se afirma que este aumenta el octanaje del combustible y por ende mejora la combustión en los motores arrojando menos emisiones al ambiente.

**Ecología (7):** para todos los eslabones de la cadena es igual de importante la parte ecológica, pues es deber de todos velar por mantener un medio ambiente limpio y sano. De otro lado, hay que crear conciencia social entre los usuarios de que el uso de la gasolina oxigenada mejora la calidad del medio ambiente y por ende la calidad de vida de la persona.

**Adaptaciones, Cambios e Inversiones (8):** entre las preocupaciones de los usuarios se encuentran las adaptaciones y modificaciones que deben hacerse a los automóviles para la utilización de la gasolina oxigenada.

Es necesario aclarar que con una mezcla del 10% no se requiere realizar ninguna adaptación a los motores de los automóviles, pero a partir del primero de enero año 2012, comenzara a regir el Decreto 2629 de 2007, donde es obligatorio el uso de la mezcla E20, para la cual se hace necesario realizar algunos cambios de ingeniería en los motores de los automóviles. El costo de estas modificaciones, será asumido por el cliente en el caso de modelos antiguos, se prevee que los nuevos modelos tengan instalados los respectivos dispositivos para el uso de la gasolina oxigenada en esa proporción.

**Suministro Permanente (9):** el aseguramiento de un suministro permanente de la gasolina oxigenada es otra de las inquietudes de los usuarios finales. En este sentido, el combustible oxigenado se podrá obtener en las estaciones de gasolina que actualmente se encuentran en operación.

**Información Confiable (10):** por ultimo es importante iniciar un programa de información masiva al usuario donde se indique la calidad y los beneficios de la gasolina oxigenada, con el fin de evitar las especulaciones y campañas negativas del producto.

## **ESTUDIO TECNICO**

El estudio técnico es la segunda etapa del análisis de factibilidad, este es una herramienta para la toma de decisión en cuanto a la ubicación de la planta, adecuación física, definición del proceso de producción, entre otros. Su importancia radica, en comprobar si es posible poner en marcha la parte operativa de la planta de producción.

### **2.1 TAMAÑO DEL PROYECTO**

La determinación de la capacidad instalada de la planta es un elemento clave en el diseño de la misma.

Dependiendo de la proyección estimada de las ventas de etanol, la planta estará en capacidad de cubrir el 25% de la demanda efectiva proyectada, inicialmente manejará un proceso de producción diaria de 24.000 litros de etanol anhídrido con una concentración del 99,6%. Dependiendo de variables como crecimiento de la demanda, del parque automotor, o penetración a nuevos mercados, la capacidad instalada podría ampliarse a 100.000 litros diarios.

### **2.2 MATERIA PRIMA**

Para la selección de la variedad de yuca más adecuada para el proceso de producción de etanol se tomó como base, información suministrada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), acerca de las variedades que mejor rendimiento de almidón ofrecen; así como las que mejor adaptabilidad presentan a las condiciones climáticas y de suelo de la región (Departamento del Bolívar).

Teniendo en cuenta estos criterios, se preseleccionaron las siguientes variedades:

**Tabla No. 9. Análisis de las Variedades de Yuca**

Variedad	Tipo	Rendimiento de almidón/kg yuca
<b>MTAI</b>	Amarga	36%
<b>ICA COSTEÑA</b>	Amarga	38%
<b>VENEZOLANA</b>	Doble propósito	27%
<b>MVEN25</b>	Amarga	30%

Fuente: Diseño del Autor

De acuerdo a los valores de almidón se puede concluir que la variedad que ofrece mejor rendimiento de almidón por kg de yuca, es la ICA COSTEÑA con un 38% seguido de la MTAI 36%; en tercer lugar se encuentra la MVEN25 con un 30% y por ultimo la variedad VENEZOLANA que tiene un 27%, esta ultima por ser una variedad de doble propósito (uso industrial y consumo en fresco), entraría a competir con el mercado de consumo en fresco, la fluctuación de precios y el riesgo de robos de cultivos, lo que la hace poco deseada para el proyecto.

Teniendo en cuenta el anterior análisis, la variedad seleccionada para el proceso es la ICA COSTEÑA por ser la que mejor rendimiento brinda en cuanto a contenido de almidón por kg de yuca.

En la siguiente tabla, se presenta un resumen del análisis de la matriz DOFA de la utilización de la yuca como materia prima en la producción de alcohol carburante.

**Tabla No. 10. Matriz DOFA**

<b>Fortalezas y Oportunidades</b>	<b>Amenazas y Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tolerancia del cultivo a la resequeidad y la sequia</li> <li>✓ Cultivo tradicional en la región</li> <li>✓ Economía y la sostenibilidad del producto</li> <li>✓ Alto contenido de almidón en las raíces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Baja tecnificación de los cultivos</li> <li>✓ Los cultivadores son pequeños agricultores, la mayoría no se encuentra agremiado</li> <li>✓ Grandes extensiones de tierras aptas para cultivo desaprovechadas</li> <li>✓ Los cultivos de yuca se alternan con otros productos como el maíz</li> </ul>

Fuente: Diseño del autor

### 2.2.1 CANTIDAD DE YUCA REQUERIDA

Una tonelada de yuca variedad ICA COSTEÑA produce 200 litros/ton; Entonces para la producción de 24.000 litros diarios se realizaron los siguientes cálculos:

El cultivo tecnificado de una hectárea de yuca produce 25 toneladas promedio; por consiguiente la producción de alcohol por hectárea es:

$$200 \frac{\text{litros}}{\text{ton}} * 25 \frac{\text{ton}}{\text{Ha}} = 5.000 \frac{\text{litros}}{\text{Ha}}$$

Para producir cien mil litros diarios de etanol anhidrido, se tienen los siguientes requerimientos diarios y sus equivalentes anuales.

- Hectáreas de tierra requeridas diarias para la producción:

$$\frac{24.000 \text{litros/día}}{5.000 \text{litros/Ha}} = 4,8 \text{Ha/día}$$

- Requerimiento anual

$$4,8 \frac{\text{Ha}}{\text{día}} * 365 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 1752 \frac{\text{Ha}}{\text{año}}$$

- Requerimiento diario de Materia prima

$$4,8 \frac{\text{Ha}}{\text{día}} * 25 \frac{\text{ton}}{\text{Ha}} = 120 \frac{\text{ton}}{\text{día}} * 1.000 \frac{\text{Kg}}{\text{ton}} = 120.000 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

- Requerimiento Anual de yuca

$$120 \frac{\text{ton}}{\text{día}} * 365 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 43.800 \frac{\text{ton}}{\text{año}} * 1.000 \frac{\text{Kg}}{\text{ton}} = 43.800.000 \frac{\text{Kg}}{\text{año}}$$

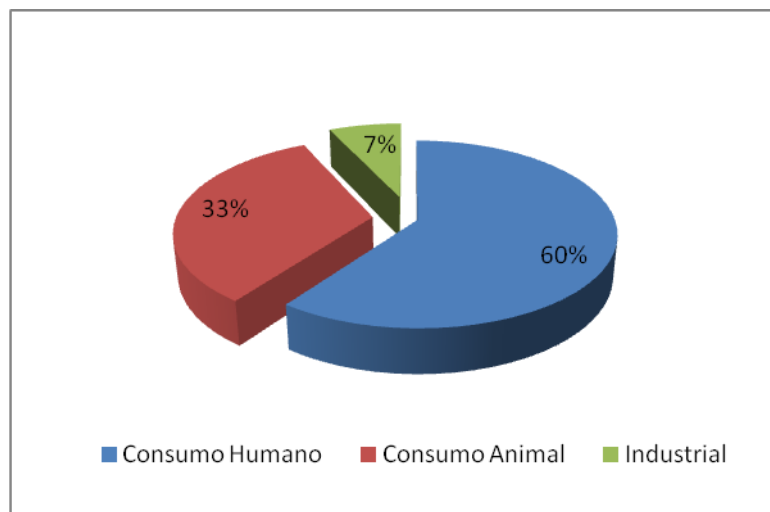
Teniendo en cuenta que la cantidad de yuca a procesar por día es de 120 toneladas y su rendimiento del almidón es 38% entonces tenemos:

$$120 \frac{\text{ton}}{\text{día}} * 0.38 = 45,6 \frac{\text{ton de almidón}}{\text{día}}$$

## 2.2.2 ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA

La producción de yuca en Colombia ascendió, en 2006 a 2 millones de toneladas, según cifras de la FAO, y del total de yuca producida, el 60% se distribuye para consumo humano, 33% para consumo animal y el 7% restante se tiene usos industriales. Ver gráfico No. 10.

**Gráfico No. 10. Colombia. Distribución consumo de yuca.**

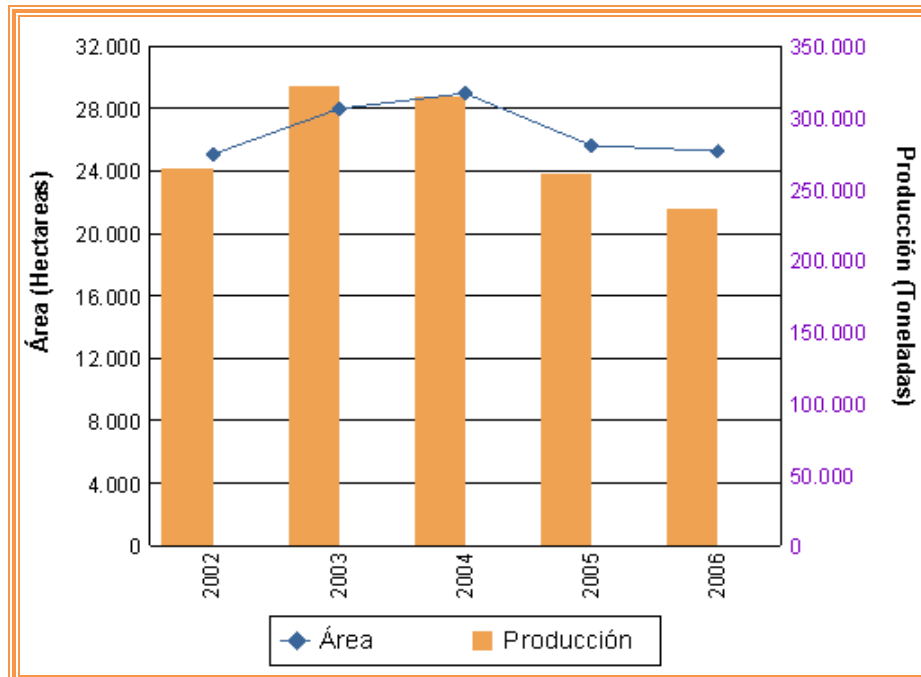


**Fuente: FAO**

En los últimos años el número de hectáreas cosechadas al igual que la producción de yuca en el departamento de Bolívar ha decrecido sustancialmente, esto puede deberse a diferentes factores como son la utilización de las tierras para otros cultivos, para dedicarlas a otra actividad económica como la ganadería o abandono de tierras por inseguridad en las áreas rurales, a pesar de haber aumentado su comercialización, industrialización y diversificación de usos.



Gráfico. No. 11. Bolívar. Área Cosechada y Producción de Yuca. 2002 - 2006



Fuente: AGRONET

Según el gráfico No. 11, a partir del año 2004 el área destinada para este cultivo ha disminuido sustancialmente, alrededor de seis mil hectáreas de yuca hasta el año 2006, y la producción ha caído en 84.974 toneladas, entre los años 2004 – 2006 en el departamento de Bolívar, y el rendimiento por hectárea paso de 11,5 a 9,4 toneladas.

Con estas estadísticas se muestra la cantidad de tierras disponibles y la producción por hectárea, para utilizarlas en los cultivos de la yuca ICA COSTEÑA, materia prima para el proceso de obtención de alcohol carburante.

### 2.2.3 IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE NUCLEOS PRODUCTIVOS.

Teniendo en cuenta que la planta de alcohol carburante estará ubicada en la ciudad de Cartagena, lo ideal es que los cultivos se establezcan cerca de esta, además de contar con parámetros como disponibilidad de tierras, disponibilidad de

mano de obra, control de orden público y disponibilidad de agua para sistemas de riego, entre otros, que permitan la siembra continua del cultivo.

Partiendo de los parámetros anteriores y los requerimientos de tierra apta necesarias para la producción de 25.000 litros de alcohol carburante, los cuales son de 1.825 Ha anuales y 5 Ha diarias, se han seleccionado los siguientes municipios productores de la materia prima entre los que se encuentran: Turbaco, Arjona, Turbana, Santa Catalina, Clemencia, Santa Rosa, Mahates, Villanueva, San Estanislao, Soplaviento, Calamar, Cartagena, San Jacinto y El Carmen de Bolívar; Por lo tanto la siembra se planificará dependiendo de la producción anual y disponibilidad de área de cada municipio seleccionado.

Según datos suministrados por la Secretaria de Agricultura Departamental, para el año 2005 se sembraron 18.415 Ha, en los municipios seleccionados y en asocio con otros municipios, los cuales obtuvieron una producción de 170.799 Ton, y que para el 2006 se pronosticaron 19.528 Ha sembradas del producto, tal como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla. No. 11. Bolívar. Numero de Ha de yuca Sembradas, Cosechadas y su producción en municipios seleccionados. 2005 – 2006**

Municipios	Área (ha) 2005			Área (ha) Asociado			Área (ha) Proyectada 2006	
	Sembrada	Cosechada	Producción Obtenida (t)	Sembrada	Cosechada	Producción Obtenida (t)	Pronostico Ha a sembrar	asociado
TURBACO	1.200	1.200	18.720	0	0	0	1.200	0
ARJONA	1.400	1.300	16.000	0	0	0	1.200	0
SANTA CATALINA	70	70	630	180	150	1.350	70	180
CLEMENCIA	700	595	5.355	500	425	3.825	0	1.200
SANTA ROSA DE LIMA	180	150	975	0	0	0	170	0
MAHATES	1.200	1.000	12.000	0	0	0	1.200	0
VILLANUEVA	0	0	0	2.092	2.000	26.000	0	2.200
SAN ESTANISLAO	0	0	0	2.000	1.200	8.400	100	1.900
SOPLAVIENTO	450	250	3.250	0	0	0	480	0
CALAMAR	613	423	2.538	0	0	0	648	0
CARTAGENA	380	360	3.141	0	0	0	380	0
SAN JACINTO	1.800	1.780	19.580	550	540	6.480	2.300	800
EL CARMEN BOL.	4.200	2.940	35.280	0	0	0	4.500	0
TURBANA	200	150	1.425	700	650	5.850	300	700

**Fuente: Diseño del Autor en base a Información de la Secretaria de Agricultura Departamental.**

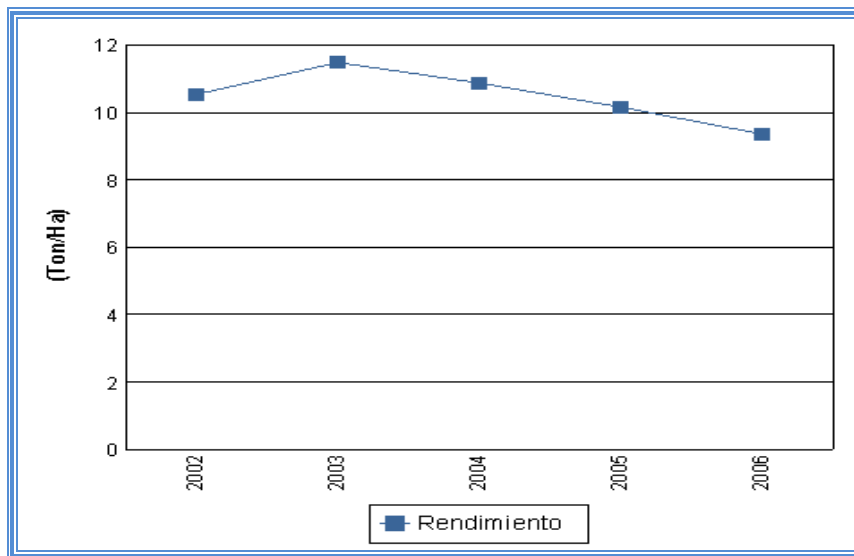
Lo anterior demuestra la gran fertilidad de las tierras para cultivar el producto. En los municipios escogidos para el desarrollo del proyecto se establecerán convenios con los agricultores y asociaciones campesinas, para que toda la producción de uso industrial sea destinada solamente a la planta.

#### 2.2.4 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Actualmente la yuca es cultivada en dos modalidades, la tradicional y la tecnificada, con la primera el cultivo de yuca produce en promedio 9 toneladas por hectáreas teniendo unos costos bajos de producción, mientras que de la segunda forma se puede obtener 25 toneladas por hectárea en promedio, pero los costos de producción aumentan sustancialmente.

Al igual que la producción, el rendimiento por hectárea cultivada ha disminuido con el pasar del tiempo, para el año 2003, se tenía un rendimiento aproximado de 11 toneladas por hectárea, pero ya para el año 2006, el rendimiento paso a ser un poco mas de 9 toneladas, tal como se muestra en el siguiente grafico.

**Grafico No. 12. Bolívar. Rendimiento de Yuca por Hectárea**



Fuente: AGRONET

A continuación de acuerdo a información suministrada por la secretaria de Agricultura departamental de Bolívar, se presenta una comparación y análisis detallado de costos de estas técnicas, con el fin de determinar el mejor método para cultivar la yuca destinada al proceso de obtención de alcohol carburante, teniendo en cuenta la relación costos Vs rendimiento.

**Tabla No. 12. Costos de producción. Tradicional**

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Preparación de tierra	Jornal	15	15.000	225.000
Ahoyado y siembra	Jornal	10	15.000	150.000
Desyerbe # 2	Jornal	10	15.000	150.000
Aplicación insecticida	Jornal	2	15.000	30.000
Semilla, transporte, desinfección	Global			100.000
Insecticida	Litro	1	50.000	50.000
Empaques	Bolsa	300	300	90.000
Recolección	Jornal	30	15.000	450.000
Transporte	Global			70.000
<b>SUBTOTAL</b>				1.315.000
Imprevisto 5%				65.750
<b>TOTAL</b>				<b>1.380.750</b>

Fuente: Diseño del autor en base a información de la Secretaria de Agricultura de Bolívar

**Tabla No. 13. Costos de producción. Tecnificada**

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
<b>Preparación de Terreno</b>	<b>Ha</b>	<b>1</b>		<b>220.000</b>
Arada	Pases	1	120.000	120.000
Rastrillada	Pases	2	50.000	100.000
<b>Semilla / Siembra</b>				<b>920.000</b>
Costo, transporte y conservación de semilla	Cangre (20 cm)	10.000	50	500.000
Siembra manual	Jornal	6	15.000	90.000
Resiembra	Jornal	2	15.000	30.000
Riegos	Jornal	20	15.000	300.000
<b>Control de Malezas</b>				<b>630.000</b>
Pre-emergente (Karmex, Lazo)	Global	1	75.000	75.000
Mano de obra aplicación pre-emergentes	Jornal	2	15.000	30.000
Desyerba manual	Jornal	35	15.000	525.000
<b>Fertilización</b>				<b>138.000</b>
Fertilizantes	Bulto	3	36.000	108.000
Aplicación	Jornal	2	15.000	30.000
<b>Control de Plagas y Enfermedades</b>				<b>174.000</b>
Insecticidas (Profitox y Lorsban)	Global	2	57.000	114.000
Mano obra aplicación insecticidas	Jornal	4	15.000	60.000
<b>Cosecha Manual</b>				<b>1.386.000</b>
Corte y recolección	Jornal	56	15.000	840.000
Empaques	Sacos	300	1.000	300.000
Cargue	Tonelada	20	2.300	46.000
Zorreo	Tonelada	20	10.000	200.000
<b>Costos Indirectos</b>				<b>250.000</b>
Asistencia Técnica	Global	1	100.000	100.000
Transporte	Tonelada	25	6.000	150.000
<b>Subtotal</b>				<b>3.718.000</b>
Imprevistos				185.900
<b>Total</b>				<b>3.903.900</b>

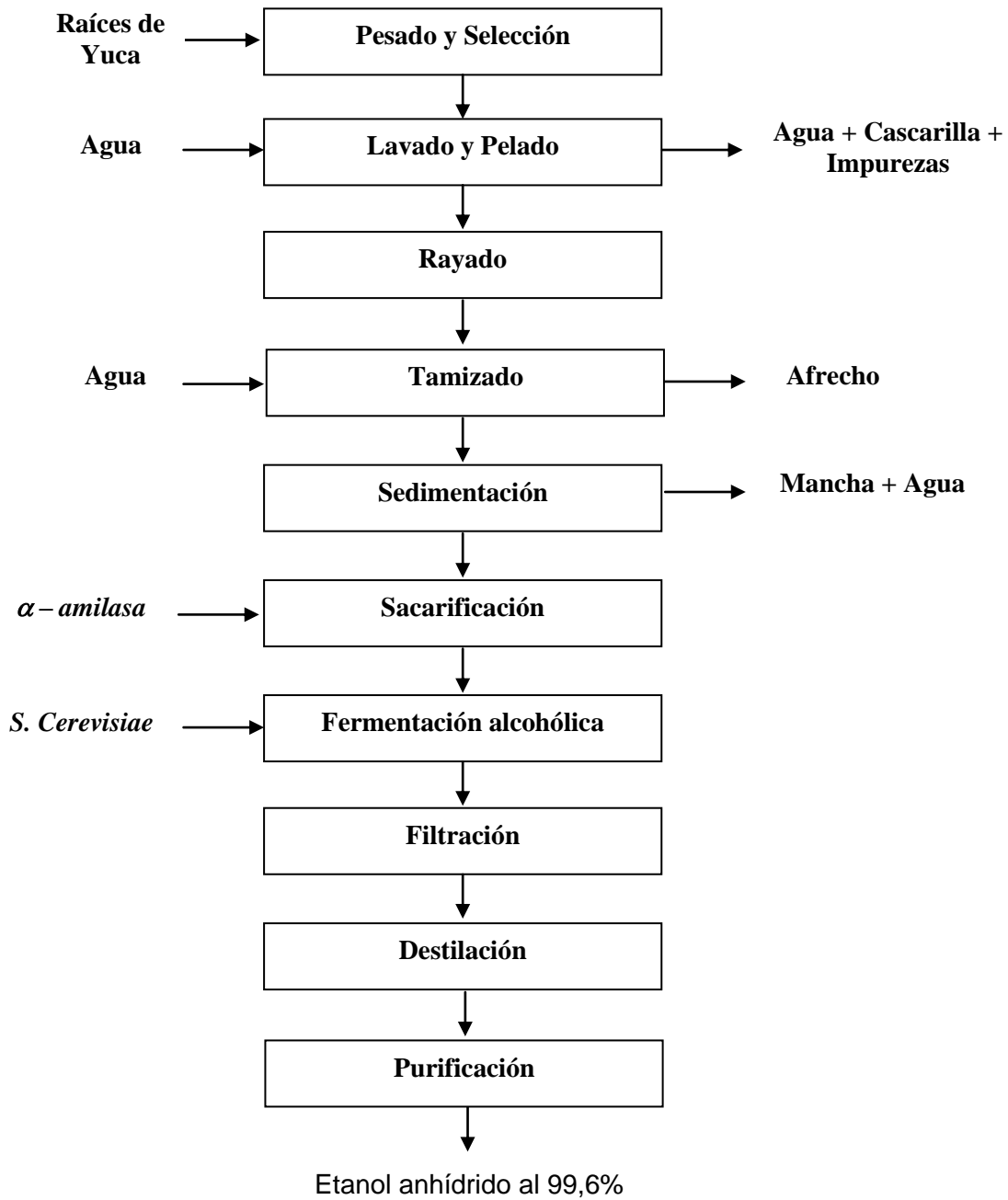
Fuente: Diseño del Autor en Base a Información de la Agricultura de Agricultura de Bolívar.

Como se puede apreciar en la relación de costos - rendimientos, que los cultivos de forma tecnificada dobla en costos al tradicional, pero igualmente sus

rendimiento es superior y la calidad del producto también, lo cual se considera lo mejor para el proyecto.

## 2.3 ESTRUCTURA GENERAL DEL PROCESO

Figura No. 8. Estructura del Proceso



Fuente: Diseño del autor

### 2.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Las etapas del proceso para la obtención de etanol a partir de almidón de yuca base de fibra de yuca son las siguientes:

#### ➤ Recepción y Pesado

Es la etapa en la cual se reciben, seleccionan y pesan las raíces de yuca. En esta etapa se supervisa la calidad de la materia prima recibida, observando cuidadosamente que ésta no tenga protuberancias que puedan confundirse con raíces, pues esto podría causar el deterioro de alguno de los equipos utilizados en el proceso. Para desarrollar esta etapa el equipo requerido consta de una báscula que sirva para el pesaje de la materia prima.

#### ➤ Lavado y Descascarado

Consiste en separar las impurezas (arena, hojas, palos, etc.) y el pericarpio o cáscara del tubérculo. Para esta etapa se requiere un equipo llamado Lavadora-Peladora, el cual permite realizar simultáneamente la limpieza y el descascarado de la yuca, en este proceso existe una pérdida aproximada del 3% de la materia prima.

#### ➤ Rallado

Es la acción de liberar el almidón de la raíz empleando una herramienta conocida como rallador o rallo. Después de lavadas y peladas las raíces de yuca pasan a la etapa de rayado o molienda, en esta parte se liberan los gránulos de almidón contenidos en las células de las raíces de yuca<sup>34</sup>. El propósito de este proceso es

---

<sup>34</sup> Almidón agrario de yuca en Colombia, producción y recomendaciones. Alarcón M. Freddy y Dufour Dominique. Cali - Colombia 1998.

aumentar la superficie de contacto de la materia prima, exponiéndola mas fácilmente al calor y los agentes sacarificantes.

➤ Tamizado

Es el proceso mediante el cual se separa el almidón del afrecho, esta operación se utiliza usualmente las coladoras mecánicas conocidas como tamiz rotatorio o maquina coladora de almidón de yuca.

La maquina separa los gránulos de almidón del resto de componentes de la pulpa (afrecho) que vienen de la etapa de rayado, mediante chorros de agua a presión sobre tamices. El agua que pasa por el tamiz arrastra el almidón libre y otros materiales finos, mientras que el tamiz retiene el material grueso y el de mediana finura, constituido principalmente por fibra.

➤ Sedimentación

La lechada que sale del tamiz contiene los gránulos de almidón, fibra fina y material proteico en suspensión. Para separar el almidón del resto de los elementos y del agua residual, se efectúa la sedimentación. Esta etapa se realiza en tanques, en los cuales la lechada se deja en reposo, y también puede realizarse la sedimentación en canales de sedimentación, en donde la lechada tiene movimiento.

➤ Sacarificación o hidrólisis

Antes de este proceso y para aumentar la eficiencia del mismo se hace una mezcla que forma un mosto azucarado fermentable (almidón, maltasa y agua) la cual se somete a cocción para que todos sus componentes se integren íntimamente.



La hidrólisis es la transformación de los almidones en azúcares simples y fácilmente fermentables. Este se realiza con la ayuda de enzimas como la maltasa y la  $\alpha$ -amilasa a una temperatura entre 55°C y 60°C.

### Fermentación alcohólica

Luego que el almidón se transforma en una solución azucarada, se somete a un proceso de fermentación por la acción de los microorganismos (*S. Cerevisiae*), la solución azucarada debe tener una alta concentración de azúcar, temperatura y pH adecuado, para que los microorganismos trabajen eficientemente. Después se retira la masa fermentada para su destilación y es filtrado para separar el mosto de los demás subproductos. En esta etapa sale etanol con una concentración máxima del 8% al 12%.

#### ➤ Destilación del alcohol

Esta etapa consiste en separar el agua del etanol, para esto se somete a un proceso de destilación donde por evaporación y volatilización el alcohol se va separa del agua. Es necesario someterlo a una nueva destilación para tratar de obtener mayor pureza del producto además para aprovechar la cabeza y la cola del destilado. De esta operación se obtiene etanol con una concentración del 96%.

#### ➤ Purificación

Actualmente para la obtención de alcohol anhidro (100° G.L) se está aplicando en este proceso de destilación tamices moleculares o sólidos microporosos que se van a encargar de romper la mezcla azeotrópica que forma el etanol con agua; Su destilación mediante calentamiento con microondas supone un desarrollo tecnológico que puede contribuir al problema energético y ambiental que estamos enfrentando.

## 2.4 ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Para la obtención de alcohol carburante se hace necesaria la utilización en el proceso de una serie de equipos y herramientas, los cuales se mencionan a continuación:

### ➤ BASCULA

En la etapa de recepción se debe tener un estricto control de la materia prima que se recibe, para tal efecto se utiliza una báscula, de 1.000 kg, lo que se traduce en 120 pesadas diarias, y aproximadamente 5 pesadas/hora, trabajando 3 turnos al día.

Tabla No. 14. Especificaciones Báscula

<b>Modelo QC - 1000/2000</b>	
<b>Capacidad</b>	1000 Kg/ 2000 lb
<b>División Mínima</b>	0,1 Kg/ 0,2 lb
<b>Memorias</b>	100
<b>Display</b>	Alfanumérico
<b>Corriente Eléctrica</b>	110v / 60 Hz (200v / 50 Hz Opcional)
<b>Batería</b>	Recargable de 200 horas
<b>Plato</b>	84 x 113 cm / 33 x 44,5"
<b>Peso Neto</b>	87,7 Kg / 193 lb

Fuente: Diseño del Autor

### ➤ LAVADORA – PELADORA

Esta maquina lava y pela las raíces de yuca, quitando el barro y cascarilla que poseen las raíces después de la cosecha. Esta operación se realiza con abundante agua, mediante fricción contra las paredes de la maquina y ellas mismas. Su finalidad es reducir las impurezas del producto final, para seguir luego a la etapa de rayado.<sup>35</sup>

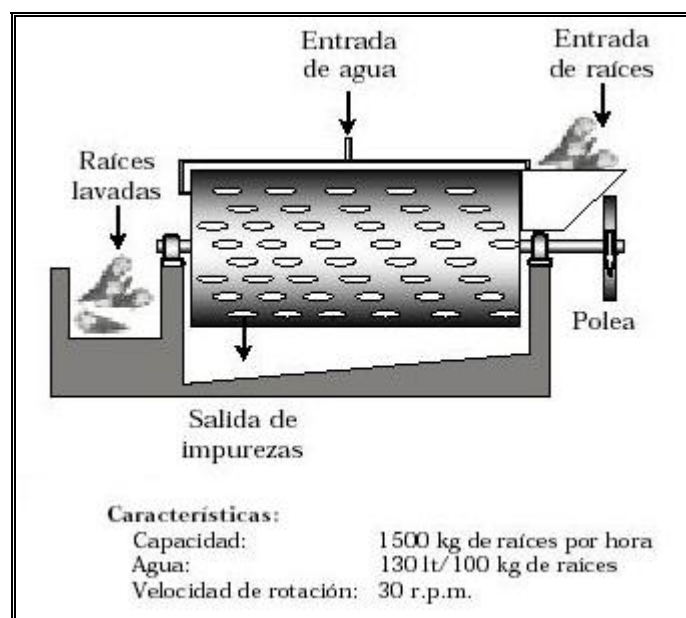
<sup>35</sup> Maquina Lavadora – Peladora de Yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org).

La maquina es un cilindro con eje central cuyos extremos están soportados por rodamientos. En el cilindro las raíces reciben chorros de agua mientras que se friccionan unas con otras y contra la lámina del tambor<sup>36</sup>. En la periferia tiene una lámina de hierro con perforaciones en forma ovalada y provista de unos dientes filamentosos que permiten retirar la cáscara de las raíces de yuca. Ver figura No. 8

Esta se alimenta y se descarga a través de una abertura circular en el cuerpo del cilindro en donde va puesto un aditamento en forma de cuchara para facilitar la operación de llenado. Por la misma abertura va un tubo de ¼ de pulgada por donde entra agua a presión.

La potencia del motor es de 5 HP, la bomba trabaja con ¼ HP. Este equipo está diseñado en acero inoxidable, y su costo varia entre los US \$ 400 y 500<sup>37</sup>

**Figura No. 9. Maquina lavadora y peladora de yuca**



**Fuente: Almidón Agrio de Yuca. Cali -Colombia 1998.**

<sup>36</sup> Almidón agrio de yuca en Colombia, producción y recomendaciones. Alarcón M. Freddy, Dufour Dominique. Cali - Colombia 1998.

<sup>37</sup> Maquina lavadora – peladora de yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org).

Debido a la gran cantidad de materia prima que se debe procesar al día se hace necesario la utilización de cuatro maquinas de este tipo con una capacidad cada una de 1.500 kg/hora, que nos permitan asegurar el cumplimiento de la producción diaria.

➤ RALLADOR

Una vez llegan las raíces de yuca de la lavadora, entran a la rayadora. Su objetivo es desintegrar las paredes celulares de las raíces, para liberar los gránulos de almidón<sup>38</sup>.

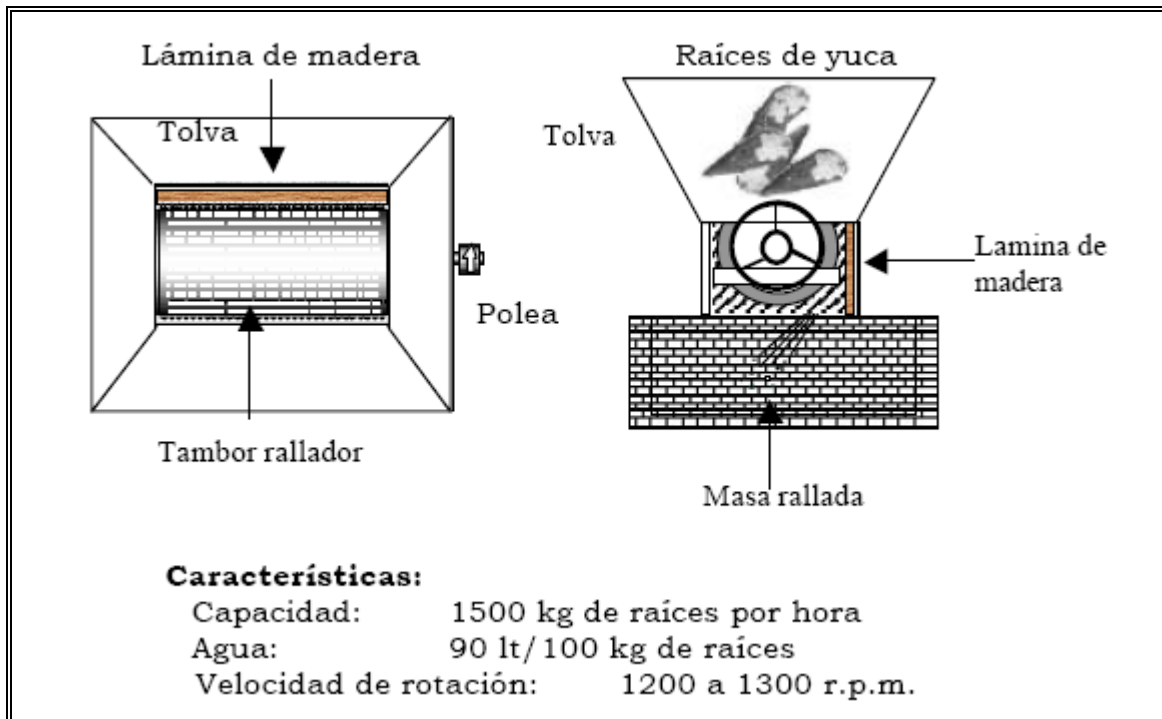
Esta máquina que posee un cilindro de madera, recubierto con una lamina metálica, la cual tiene salientes cortantes en toda el área, esta lamina efectúa el rallado de la pulpa de yuca. La velocidad de rotación del cilindro varía de 1200 a 1300 rpm, y el rendimiento promedio del equipo es de 1500 kg/hora. Ver figura No. 10, el costo de la maquina varia dependiendo de la capacidad, y se encuentra entre los US \$ 400 – 500<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> Maquina Rayadora de Yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org).

<sup>39</sup> IBID

Figura No. 10. Rayador de Yuca



Fuente: Almidón Agrícola de Yuca. Cali -Colombia 1998.

Para esta operación teniendo en cuenta una capacidad 1500 kg/hora y la cantidad de materia prima proveniente de la operación de lavado, se hace necesaria la utilización de cuatro rayadoras.

#### ➤ TAMIZ ROTATORIO

La máquina separa los gránulos de almidón del resto de los componentes de la pulpa que viene del rayador. El proceso se realiza con abundante agua (aproximadamente 7- 15 m<sup>3</sup>/ton de raíces), para mezclar, transportar y clasificar el tamaño fino del almidón (lechada) y los tamaños medio y grueso. El afrecho queda retenido dentro del tambor y la lechada pasa a través de él a la siguiente operación<sup>40</sup>

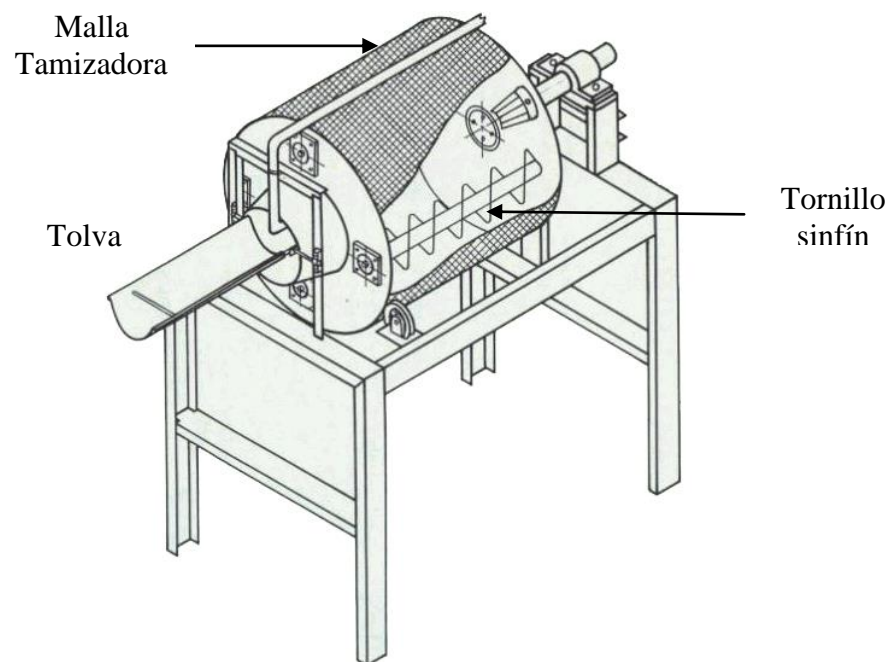
La coladora consta de un cilindro asociado a un semieje, el cual gira apoyado en una caja de rodamientos. Es un cilindro que mide 0.95 m de largo y 0.87 de

<sup>40</sup> Máquina Coladora de Almidón de Yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org).

diámetro, en el contorno lleva una lámina metálica con perforaciones circulares de 1 cm de diámetro, ubicados a 10 cm entre ellos. La parte interna de la lámina va recubierta por una tela fina de lienzo a través de la cual se hace el colado. El cilindro colador posee un semieje apoyado sobre dos rodamientos ensamblados a una de las caras. Ver figura No.11 y 12. La capacidad normal de la coladora es de 250 a 300 kg de masa rallada por hora. La potencia del motor de 5 HP, y los costos van desde los US \$ 1.500 a 2.000<sup>41</sup>

Debido a la gran cantidad de materia que se maneja en la planta y teniendo en cuenta la capacidad máxima de la maquina, para esta operación se hace necesaria la utilización de 31 coladoras.

**Figura No. 11. Tamiz Rotatorio. Parte interna**

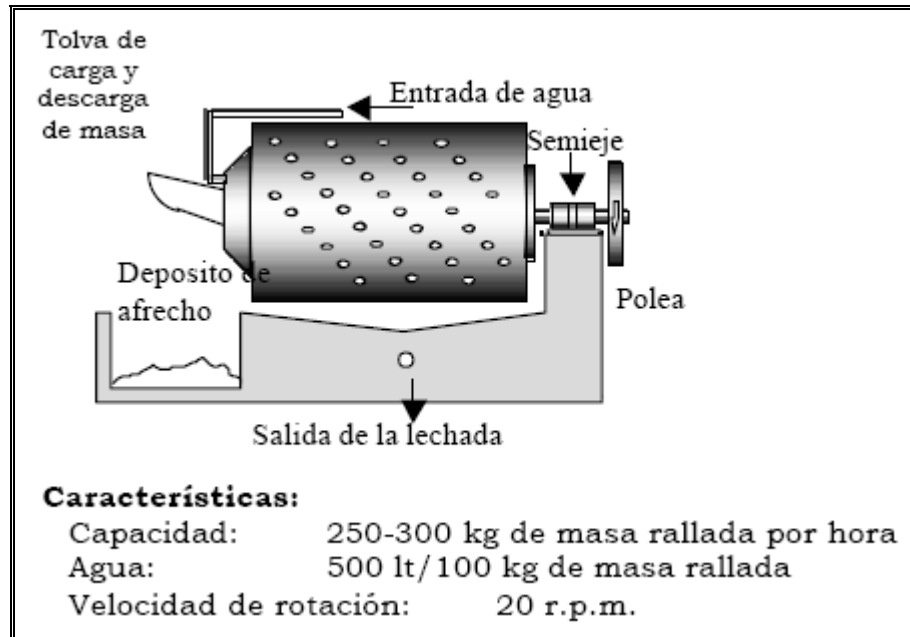


**Fuente: FAO**

---

<sup>41</sup> IBID

Figura No. 12. Tamiz Rotatorio. Parte Externa



Fuente: Fuente: Almidón Agrario de Yuca. Cali -Colombia 1998

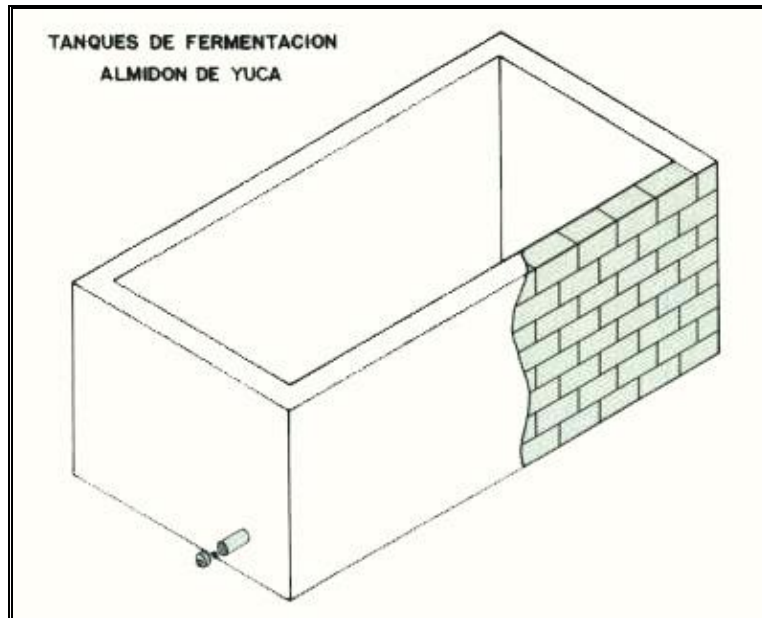
### ➤ SEDIMENTADORES

Cuando la lechada de la yuca rallada sale de la coladora, contiene almidón, fibra fina y material proteico en suspensión, esta es conducida hasta los tanques de sedimentación y se deja en reposo durante un periodo de tiempo.

Entre 6 a 8 horas después de haber depositado el material en el tanque, aparece una capa gelatinosa de color amarillento llamada mancha, la cual es retirada junto con el agua residual, cuando se realiza este proceso se pierde hasta el 2% del almidón sedimentado.

La estructura del tanque es de ladrillo repellado con cemento, se requiere que la superficie interior del tanque sea lisa, para ello se recubre en baldosín. Las dimensiones del tanque varían dependiendo de la capacidad de producción de la planta. Las medidas estándares son: largo 1,2 Mt, ancho 1,2 Mt, alto: 1,1 Mt, lo que nos da un volumen de 2 M<sup>3</sup> por tanque. Ver figura No. 13

Figura No.13. Tanques de Sedimentación



Fuente: FAO.

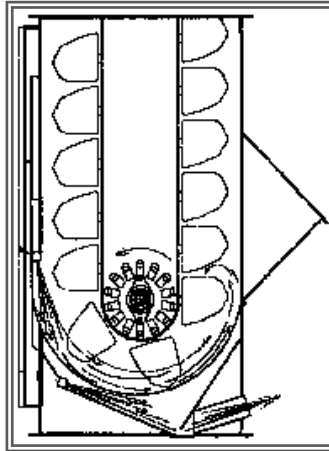
De acuerdo con cálculos realizados, se hace necesaria la construcción de 37 tanques de sedimentación, los cuales tienen una capacidad de 74 m<sup>3</sup> por turno, para un total de sedimentación diaria de 222 m<sup>3</sup> de lechada.

➤ CANGILÓN

Después de que el almidón sale de los tanques de sedimentación llega a un cangilón, el cual se encargará de subir la materia prima, para descargarla en el depósito de sacarificación. Ver figura No. 14.



Figura No. 14. Estructura interna del cangilón



Fuente: FAO

### ➤ REACTORES

El reactor de sacarificación es donde se lleva a cabo la hidrólisis del almidón, para esto, se necesita de un tanque con capacidad de 24.000 Lt/día, el cual se somete a un calentamiento máximo de 70°C. Los reactores se construyen en material metálico que transfiere el calor uniformemente, con un mezclador interno el cual tenga un movimiento de 60 rpm y recubierto con una capa de material aislante, a fin de mantener la temperatura deseada.

Los equipos utilizados para realizar las fermentaciones son reactores llamados fermentadores, el mejor material para la fabricación es el acero inoxidable, ya que es fácil de limpiar, esterilizar y tiene un tiempo de vida útil mayor por su mejor resistencia a la corrosión.

El reactor de fermentación tiene capacidad de 24.000 Lt/día, y debe manejar temperaturas entre los 28 y 30 °C, para favorecer el crecimiento de la levadura. Este equipo debe tener refrigerantes exteriores, el sistema más deseable es una chaqueta externa de enfriamiento. Debido que este es un proceso que se realiza en condiciones anaeróbicas, el tanque debe estar completamente en ausencia de oxígeno.

## ➤ DESTILADORES

El líquido proveniente de la fermentación se alimenta a la columna de destilación, dividiéndola en dos secciones: sección de agotamiento y la sección de rectificación. Dentro de la torre, el líquido desciende gradualmente por la sección de agotamiento. Al mismo tiempo, se genera vapor desde el fondo de la columna, el cual va extrayendo sucesivamente etanol del líquido descendente, enriqueciéndose con alcohol paulatinamente a medida que asciende por la columna. Finalmente, la mezcla rica en etanol se condensa y se divide en dos corrientes: el producto de cabeza y el reflujo; este último se devuelve a la cima de la columna, para suministrar el líquido requerido en la sección de rectificación<sup>42</sup>.

El equipo debe tener una capacidad de almacenamiento de 25.000 Lt/día y una temperatura máxima de 80°C, punto de ebullición del etanol, el alcohol sale por la parte superior en forma de vapor, este pasa a través de una tubería con líquido refrigerante, puede ser agua, para llevarlo nuevamente a su fase líquida, mientras que en el fondo de la torre queda el agua y material orgánico, llamado vinaza.

El alcohol al 96%, pasa a una nueva torre de destilación donde se le agregan los tamices moleculares, para llevar a cabo la deshidratación. Los poros de los tamices moleculares son permeables al agua, pero no al etanol, ya que las moléculas de agua poseen un diámetro menor a los caminos intersticiales de los tamices. Estos tamices tienen un tamaño promedio de 3Å ( $3 \cdot 10^{-8}$  cm) y tienen la capacidad de realizar separaciones de mezclas etanol-agua en fase líquida o fase vapor. Los tamices moleculares son materiales granulados y

---

<sup>42</sup> Seminario Taller – Biocombustibles, Biodiesel – Bioetanol 2007, Virtual Pro, Bogotá – Colombia

rígidos, en forma esférica o cilíndrica. Para elaborarlos se emplean aluminosilicatos de potasio, así como zeolitas o resinas<sup>43</sup>.

Para esta segunda destilación se utiliza nuevamente un equipo similar al anterior, y mediante calentamiento con microondas, para llevar la deshidratación del alcohol a una pureza del 99%

### ➤ DEPÓSITOS

Por ultimo se encuentran los depósitos de almacenamiento del producto terminado, para lo cual, este utilizaran dos; cada uno con una capacidad de 25.000 Litros.

Además de estos equipos se hace necesaria la utilización de otros mecanismos y accesorios los cuales se describen en la tabla No. 15.

**Tabla No. 15. Otro Equipos Necesarios para la Destilación del Alcohol**

<b>EQUIPO</b>	<b>USO</b>
Bombas de acero inoxidable	Para el desplazamiento de los flujos que se dan en el proceso.
	De los sacrificadores hacia el fermentador.
	Del fermentador hacia los destiladores.
	De los destiladores hacia el deposito de cabezas y colas.
	De los destiladores hacia el deposito recolector del alcohol.
Tuberías y accesorios	Es por donde va circular los fluidos tanto líquidos como gaseosos del proceso.
Carro cisterna	Para transportar el producto terminado.

**Fuente: Diseño del Autor**

<sup>43</sup> IBID

## 2.5 CANTIDAD DE ENERGIA OBTENIDA EN EL PROCESO

Para estimar la cantidad de energía que se obtiene al producir 24.000 Litros de alcohol carburante por día, se necesita conocer la densidad del etanol y multiplicarlo por su poder calorífico. Para lo cual se tiene:

$$\text{Densidad etanol} = 810 \text{ Kg/m}^3 = 0,810 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Poder calorífico del etanol} = 26.790 \text{ Kj/Kg}$$

$$\text{Cantidad de etanol producido} = 24.000 \text{ Lt} = 24 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad total obtenida} = 810 \text{ Kg/m}^3 * 24 \text{ m}^3 = 19.440 \text{ kg}$$

$$\text{Total de energía obtenida} = 19.440 \text{ kg} * 26.790 \text{ Kj/Kg} = 520.797.600 \text{ Kj}$$

La producción de 24.000 litros de alcohol carburante, produce 520.797.600 Kj de energía diariamente.

## 2.6 LOCALIZACION DE PLANTA

Para determinar la localización óptima de la planta se utilizó el método de puntos ponderados, por lo cual se tienen las siguientes alternativas, Zona Industrial Ternera (A), Bosque (B) y la zona Industrial de Mamonal (C).

En la evaluación de la localización se tienen en cuenta los siguientes factores: disponibilidad de terreno, tamaño y dimensiones del local, facilidad de acceso, servicios públicos, seguridad del área.

**Tabla No.16. Calificación de Factores**

FACTORES DE EVALUACIÓN	PESO	CALIFICACIÓN ( 1-10 )			CALIFICACIÓN PONDERADA		
		A	B	C	A	B	C
Disponibilidad de terreno	0,2	5	3	8	1	0,6	1,6
Tamaño y Dimensiones del terreno	0,4	5	3	7	2	1,2	2,8
Facilidad de acceso	0,15	8	6	5	1,2	0,9	0,75
Servicios públicos	0,1	5	5	6	0,5	0,5	0,6
Seguridad de área	0,15	6	7	9	0,9	1,05	1,35
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>5,6</b>	<b>4,25</b>	<b>7,1</b>

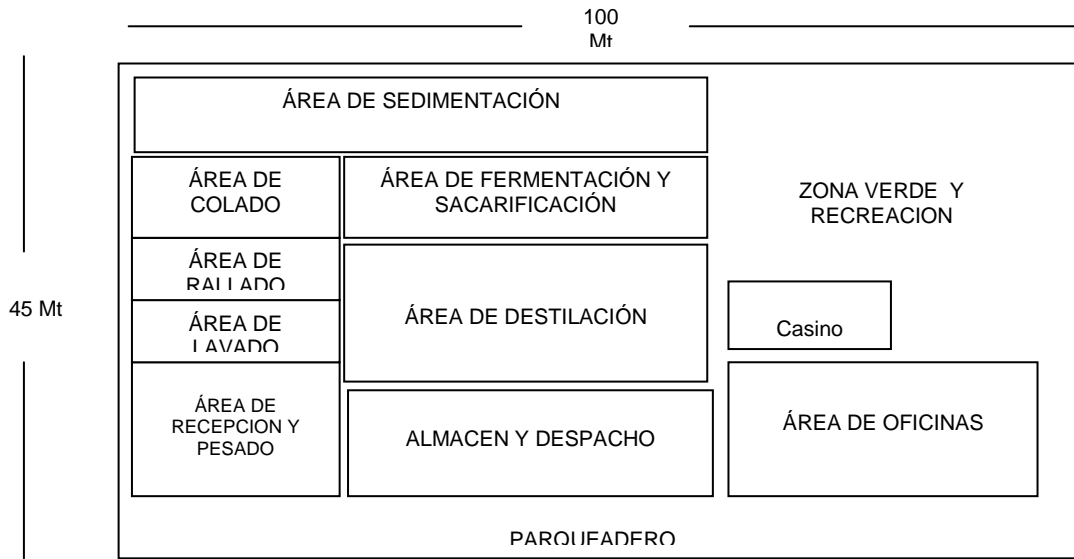
Fuente: Diseño del autor

Como se observa la mejor alternativa para ubicación del proyecto es la Zona Industrial de Mamonal, pues es la que obtuvo el mayor puntaje en la ponderación de los factores.

El proyecto será situado en la finca “Los Mamones”, ubicada a quince minutos de Cartagena, sobre la carretera mamonal – Gambote. El lote cuenta con un área de 10,5 Ha (105.000 m<sup>2</sup>), además con los servicios públicos, y esta situado sobre el corredor de carga del puerto, con sus 405 m<sup>2</sup> al lado de la carretera brinda un fácil acceso a la planta. Actualmente existen varios proyectos agroindustriales en la zona y por su ubicación estratégica goza de buena seguridad.

En cuanto a la distribución de la planta en la siguiente figura se muestra un esquema general del diseño en la planta de producción.

**Figura. No. 15. Distribución Física de la Planta**



**Fuente: Diseño del Autor**

Debido que la capacidad de la planta inicialmente solo cubrirá la cuarta parte de la demanda proyectada, solo se alcanza a utilizar unos 4500 m<sup>2</sup> aproximadamente, del total del terreno.

## 2.7 INVERSIONES

En este punto se detallan los costos necesarios para la puesta en marcha de la planta, incluidos en estos los equipos, terreno, construcciones, entre otros.

2.6.1 Terreno. Se tiene en cuenta el valor del terreno, la construcción de la infraestructura necesaria como las oficinas o bodega de almacenamiento de la materia prima, entre otros.

**Tabla No. 17. Inversión Inicial Terrenos**

<b>INVERSIÓN</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Terrenos	<b>Hectárea</b>	10,5	160.000.000
Construcciones	<b>m2</b>	3.238	647.600.000
Otros gastos de Infraestructura			100.000.000
<b>Total</b>			<b>907.600.000</b>

Fuente: Cálculos del Autor

- ❖ El costo total del terreno fue de \$160.000.000 y tiene un área total de 10,5 hectáreas, donde el valor de cada hectárea esta alrededor de los \$15.000.000 de pesos.
- ❖ Se estima la construcción de 3.238 m<sup>2</sup> (encerramiento del terreno 2.656 m<sup>2</sup>, bodega de almacenamiento 120 m<sup>2</sup>, 160 m<sup>2</sup> de oficinas, casino 80 m<sup>2</sup>, área de sedimentación 200 m<sup>2</sup>, cocina 4 m<sup>2</sup>, 2 casetas de vigilancia de 2 m<sup>2</sup> cada una, y 14 m<sup>2</sup> en la construcción de baños), a razón de \$200.000 por m<sup>2</sup>.
- ❖ Se presupuesta incurrir en otros gastos de adecuación de terrenos e infraestructura para los equipos que quedan al aire libre en aproximadamente \$100.000.000

2.6.2 Maquinaria. A continuación se detallan el costo de cada una de los equipos requeridos para el proceso de elaboración del etanol.

**Tabla No. 18. Inversión inicial Maquinaria**

<b>Maquinaria y Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Bascula	1	2.088.000	2.088.000
Lavadora – Peladora	4	900.000	3.600.000
Rallador	4	900.000	3.600.000
Maquina Coladora	31	3.600.000	111.600.000
Cangilón	1	40.000.000	40.000.000
Reactor	2	50.000.000	100.000.000
Torres de Destilación	2	80.000.000	160.000.000
Deposito de Almacenamiento	3	30.000.000	90.000.000
Bombas	5	1.470.000	7.350.000
Tuberías y Accesorios	Global		30.000.000
Carro Cisterna	3	160.000.000	480.000.000
Bandas Transportadoras	Global		20.000.000
Camiones	2	127.500.000	255.000.000
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>1.303.238.000</b>

Fuente: Cálculos del Autor

2.6.3. Equipos de oficina. En la siguiente tabla se especifican los equipos necesarios para manejar la logística de la empresa y además incluyen los costos asociados con los mismos.

**Tabla No. 19. Inversión en Equipos de Oficina**

<b>Equipos de Oficina</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total(\$)</b>
ESCRITORIOS	8	170.140	1.361.120
MUEBLES	2	250.000	500.000
TELÉFONOS	7	65.000	455.000
FAX	2	379.000	758.000
IMPRESORA	3	399.000	1.197.000
COMPUTADORES	8	1.399.000	11.192.000
SILLAS PARA COMPUTADOR	8	154.900	1.239.200
SILLAS DE USO GENERAL	8	85.900	687.200
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>17.389.520</b>

Fuente: Cálculos del Autor



## ESTUDIO ORGANIZATIVO

### 3.1 TIPO DE SOCIEDAD

La empresa será constituida como sociedad Limitada; debido que este tipo de sociedad mercantil el capital, que está dividido en participaciones sociales, se conforma por el aporte de todos los socios, quienes no responden de modo personal a las deudas sociales de la compañía, por lo que es adecuada para este proyecto.

El nombre de la empresa será BIOCOMBUSTIBLES DE LA COSTA LTDA, cuyo objeto social será la producción y comercialización de etanol anhidrido a partir de la yuca, destinado a la mezcla con la gasolina motor en la ciudad de Cartagena.

#### 3.1.1 Requisitos para la inscripción

Para la creación de nuevas empresas, se hace necesario el cumplimiento de ciertos requisitos ante varios estamentos públicos, los cuales se explican a continuación.

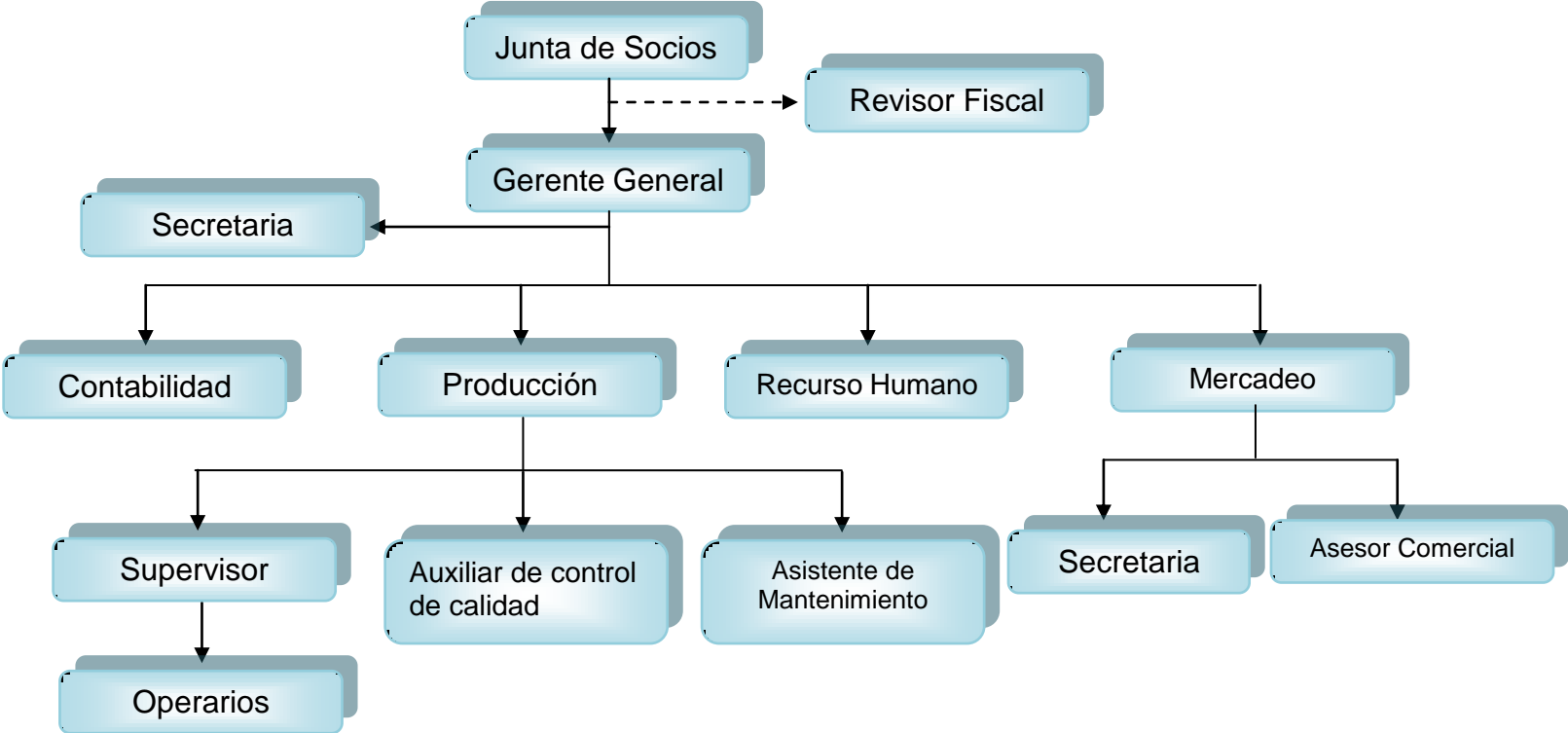
- Diligenciar el formulario de Registro Único Empresarial ante la DIAN, firmado por el representante legal de la sociedad.
- Solicitar y diligenciar el anexo tributario con la firma del representante legal y anexar copia de la escritura pública de constitución, la cual debe contener los siguientes aspectos y demás requisitos contenidos en el artículo 110 del Código de Comercio:
- Nombre completo de los constituyentes con sus documentos de identidad, en caso de que los participantes de la constitución sean personas jurídicas es necesario indicar No NIT correspondiente.
- Razón social de la empresa, esta debe corresponder al tipo de sociedad que se constituye, para este caso es Sociedad Limitada.

- Domicilio principal de la empresa, en esta se expresa la ciudad o municipio donde se piensa establecer.
- Vigencia de la sociedad.
- Objeto social, este debe describirse de manera clara.
- Capital social, especificando la distribución entre cada uno de los socios, y expresando las formas como se pago el capital (dinero, especie o industria).
- Especificar el representante legal y los nombramientos.

### **3.2 DISEÑO ADMINISTRATIVO**

La estructura administrativa supone una organización que contribuya a lograr los objetivos corporativos, mediante definición de cargos, funciones, asignación de recursos, cumplimiento de los aspectos legales, entre otras.

Figura No. 15. Organigrama



Fuente: Diseño del Autor

### 3.2.1 Descripción De Cargos

- Junta Directiva: estos por ser los propietarios de la compañía, son los encargados de tomar las decisiones importantes referentes a la empresa y el rumbo de esta.
- Gerente General: es el encargado de garantizar la subsistencia y el buen funcionamiento de la empresa, mediante la planeación, organización, ejecución y control de las estrategias corporativas.

La persona que ocupe el cargo de gerente debe tener el siguiente perfil: Administrador Industrial, Ingeniero Industrial o Administrador de empresas con énfasis en el área de producción, mínimo 5 años de experiencia en cargos similares, y dominio de ingles 100%, con una asignación mensual de \$ 5.000.000

- Revisor Fiscal: su función es velar que la empresa cumpla las obligaciones tributarias, debe ser contador público con tarjeta profesional y especialización en revisoría fiscal, experiencia mínima de 2 años en cargos similares con una asignación mensual de \$ 1.000.000.
- Secretaria: apoya al gerente en las funciones administrativas, se encarga de recopilar, organizar, y archivar la información de la empresa.

El perfil del cargo es secretaria ejecutiva o tecnóloga en administración de empresas, excelente manejo del paquete de office (Word, Excel, power point), dominio de ingles hablado y escrito y experiencia mínima 1 año en cargos similares. Asignación mensual de \$900.000.

- Contador: encargado de manejar toda la información contable de la empresa, de gestionar la obtención de recursos financieros, liquidación del pago de nomina, y proveedores, además de presentar informes periódicos a la gerencia (flujos de caja, balances, estados de resultado, entre otros).

El contador debe cumplir con el siguiente perfil, contador público con tarjeta profesional, experiencia mínima de 2 años en cargos similares y retribución mensual de \$ 1.700.000.

- **Recurso Humano:** se encarga principalmente del reclutamiento, selección y capacitación del personal, coordina programas de seguridad industrial, recreación y deporte, vela por la salud y la integridad del trabajador y su familia.

El departamento estará en cabeza de un profesional de la psicología, administrador de empresas con especialización en recurso humano, experiencia mínima de 2 años en el cargo y retribución mensual de \$ 1.500.000.

- **Producción:** el área de producción estará en cabeza de un jefe de producción cuyas funciones comprenden: velar por el cumplimiento de los procesos y las buenas prácticas de manufacturas, planear la producción de la planta, y presentar de informes de producción al gerente general, entre otras. El jefe de producción debe ser ingeniero industrial o administrador industrial, manejo de inglés hablado y escrito, experiencia mínima de 3 años en cargos similares, y asignación mensual de \$ 3.000.000.

El jefe de producción tiene a su cargo varios empleados entre los que se encuentran:

- ✓ **Supervisor:** se encarga de vigilar que en los patios de producción se realicen correctamente los procesos, y que los operarios no pierdan tiempo en tareas innecesarias.

Perfil del cargo: tecnólogo en administración industrial, ingeniería industrial o carreras afines, mínimo 1 año en cargos similares y asignación mensual de \$ 1.200.000.

- ✓ **Auxiliar de control de calidad:** en conjunto con el jefe de producción se encarga de velar que el producto terminado cumpla con la calidad y los requisitos técnicos requeridos, esto lo realiza mediante muestras periódicas del proceso y del producto final.

Perfil del cargo: tecnólogo en calidad, experiencia mínima de 1 año en cargos similares y asignación mensual de \$ 1.100.000

- ✓ Asistente de mantenimiento: junto con el jefe de producción se encarga de programar y realizar los mantenimientos a los equipos en la planta de producción.

Perfil del cargo: técnico en mantenimiento industrial, experiencia mínima de 1 año en cargos similares y asignación mensual de \$ 1.000.000

- ✓ Operarios: se encargan de realizar todas las tareas requeridas a lo largo del proceso de producción y manejo de la maquinaria, estos pueden ser bachilleres y/o técnicos (áreas productivas), con o sin experiencia en el cargo y tendrán una asignación mensual de \$ 900.000, cabe anotar que estos al igual que los supervisores manejarán tres turnos de 8 horas cada uno, todos los días.

- Comercial: este departamento se encargará de promover las ventas del producto entre los distribuidores de la ciudad. Estará en cabeza de un jefe de mercadeo, este se encargará de la consecución de metas en cuanto a las ventas proyectadas de la empresa.

El jefe de mercadeo debe ser administrador industrial o de empresas con una especialización en mercadeo y ventas, y tener como mínimo tres años de experiencia en cargos similares y asignación mensual de \$ 2.500.000. El jefe de mercadeo tendrá el siguiente personal a su cargo:

- ✓ Asesor comercial: quien se encargará de apoyar al jefe de mercadeo en la consecución de las metas de ventas.

Perfil del cargo: tecnólogo en administración y ventas, experiencia mínimo de 1 año en cargos similares asignación mensual de \$1.200.000.

- ✓ Secretaria: esta se encargará de atender a todos los clientes interesados en la empresa, y apoyará al jefe comercial en la gestión de ventas.

Perfil del cargo: secretaria ejecutiva o tecnóloga en administración de empresas, excelente manejo del paquete de office (Word, Excel, power point), dominio de ingles hablado y servicio al cliente, experiencia mínima 1 año en cargos similares. Asignación mensual de \$700.000.

Además del personal directo, se contratara con un personal administrativo trabajando por outsourcing, como son 2 aseadores, 6 vigilantes, y un mensajero.

**Tabla No. 20. Requerimiento de personal y Salario Mensual**

Descripción	Cantidad	Sueldo
Gerente General	1	5.000.000
Revisor Fiscal	1	1.000.000
Secretaria	1	900.000
Contador	1	1.700.000
Jefe RRHH	1	1.500.000
Jefe Producción	1	3.000.000
Supervisor	3	1.200.000
Auxiliar Control de Calidad	1	1.100.000
Asistente Mantenimiento	1	1.000.000
Operarios	33	900.000
Outsourcing	9	635.000
Jefe de Mercadeo	1	2.500.000
Asesor Comercial	1	1.200.000
Secretaria Comercial	1	700.000

Fuente: Diseño del Autor

### **3.3 NORMAS A TENER EN CUENTA EN LA ORGANIZACIÓN Y EN LOS PROCESOS**

La empresa BIOCMBUSTIBLES DE LA COSTA LTDA, adoptará en cuanto a su organización y calidad de los procesos las normas ISO9000 (aseguramiento de calidad del producto), ISO9001 (satisfacción del cliente), ISO14000 (producción limpia). Así mismo, la empresa estará adscrita y vigilada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, del Ministerio de Minas y Energía. Lo anterior con el objetivo de obtener las certificaciones correspondientes.

## ESTUDIO FINANCIERO

### 4.1 SERVICIO DE LA DEUDA

Para poner en marcha la planta productora de alcohol carbúrate, se hace necesaria una inversión inicial estimada en \$2.720.000.000 millones de pesos. Los socios aportaran 2.000.0000.000 millones de pesos y los 720.000.000 millones restantes serán financiados a través de una entidad bancaria.

Para determinar los pagos mensuales del préstamo requerido, es necesario conocer la tasa de interés vigente en el mercado, por ello se ha tomado como referencia, una tasa de interés del 30% EA, con un plazo para el pago de la obligación financiera de 60 meses. En la siguiente tabla, se realiza la descripción de aportes y prestamos.

**Tabla No. 21. Variables del Préstamo**

Total de Inversión	2.720.000.000
Aporte de Socios	2.000.000.000
Monto a financiar	720.000.000
Tasa de Interés	30% EA
Periodos	60 meses

Fuente: Cálculos del Autor

En la siguiente tabla se presenta un resumen del servicio de la deuda, especificando el pago al capital e intereses por año.

**Tabla No. 22. Servicio de la Deuda.**

	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>PAGOS/AÑO</b>	340.200.000	297.000.000	253.800.000	210.600.000	167.400.000	<b>1.269.000.000</b>
<b>INTERESES</b>	196.200.000	153.000.000	109.800.000	66.600.000	23.400.000	<b>549.000.000</b>
<b>CAPITAL</b>	144.000.000	144.000.000	144.000.000	144.000.000	144.000.000	<b>720.000.000</b>
<b>SALDO DEUDA</b>	576.000.000	432.000.000	288.000.000	144.000.000	0	

Fuente: Calculo del Autor



Al final de los cinco años, el pago por intereses llegara a un monto de \$549.000.000 millones de pesos, que sumados al monto inicial del préstamo, arroja un valor total de inversión de \$1.269.000 millones de pesos.

## 4.2 PROYECCIONES DE LAS VENTAS

En el estudio de mercado, se indica la proyección de la demanda, y teniendo como base estas estadísticas y la capacidad instalada de la planta, las proyecciones calculadas son las siguientes:

Tabla No. 23. Proyecciones de Venta

PRESUPUESTO CONSOLIDADO DE VENTAS EN UNIDADES						
DESCRIPCIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5	TOTAL
CANTIDAD	2468571	2468571	2468571	2468571	2468571	12.342.855
TOTAL UNIDADES	2.468.571	2.468.571	2.468.571	2.468.571	2.468.571	12.342.855
PRECIO DE VENTA PROMEDIO	4.093	4.131	4.170	4.211	4.254	20.859
TOTAL EN PESOS	10.104.326.212	10.196.648.200	10.293.586.287	10.395.371.279	10.502.245.520	51.492.177.497

Fuente: Cálculo del Autor

Los precios de venta se calcularon teniendo en cuenta la siguiente formula,

$$\text{PRECIO DE VENTA} = \frac{\text{COSTOS TOTALES} - (\text{COSTOS TOTALES} * \text{IMPUESTOS})}{(1 - \% \text{ UTILIDAD DESEADO} - \text{IMPUESTOS})}$$

Lo que quiere decir que los costos de producción del proyecto permite un precio de venta por debajo del establecido por el gobierno, dando una posibilidad de reajuste del precio por parte del estado, sin que llegue a afectar de forma abrupta los ingresos de producción de la empresa.

### 4.3 ESTADO DE RESULTADOS

Es el estado financiero que muestra la utilidad obtenida por la empresa durante del periodo de estudio. También es conocido como “Estado de Ingresos y Egresos”, “Estado de Rentas y Gastos” o “Estado de Pérdidas y Ganancias”<sup>44</sup>.

Para el proyecto en estudio, la tasa incremental de los costos será igual al 5%, para cada año que se curse en el proyecto. El estado de resultado es el siguiente, ver tabla No. 24

---

<sup>44</sup> Administración Financiera, Fundamentos y Aplicaciones. García S. Oscar León, Cali – Colombia, febrero de 1998.

**Tabla No. 24. Estado de Resultado**

**NOMBRE DE LA EMPRESA:** BIOCOMBUSTIBLES DE LA COSTA LTDA

**GANANCIAS Y PERDIDAS**

**PERIODO: DEL 2008 AL 2012**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AÑO1</b>	<b>AÑO2</b>	<b>AÑO3</b>	<b>AÑO4</b>	<b>AÑO5</b>
	VENTAS	9.887.827.027,70	9.991.066.069,15	10.100.203.891,32	10.215.577.535,82	10.337.543.302,10
-	COSTO DE VENTAS	7.070.821.078,00	7.144.351.042,77	7.222.082.297,41	7.304.254.893,14	7.391.122.597,18
=	UTILIDAD BRUTA EN VENTAS	<b>2.817.005.949,70</b>	<b>2.846.715.026,37</b>	<b>2.878.121.593,90</b>	<b>2.911.322.642,68</b>	<b>2.946.420.704,92</b>
-	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	217.110.837,33	227.013.423,33	237.483.427,51	244.171.029,59	255.875.272,31
-	GASTOS DE VENTAS	147.000.000,00	147.000.000,00	147.000.000,00	147.000.000,00	147.000.000,00
=	UTILIDAD O PERDIDA OPERACIONAL	<b>2.452.895.112,36</b>	<b>2.472.701.603,04</b>	<b>2.493.638.166,39</b>	<b>2.520.151.613,09</b>	<b>2.543.545.432,61</b>
-	INTERESES FINANCIEROS	212.145.114,33	165.434.263,47	118.723.412,60	72.012.561,74	25.301.710,88
=	UTILIDAD O PERDIDA ANTES DE IMP.	<b>2.240.749.998,04</b>	<b>2.307.267.339,57</b>	<b>2.374.914.753,79</b>	<b>2.448.139.051,34</b>	<b>2.518.243.721,73</b>
-	IMPUESTO DE RENTA	683.428.749,40	703.716.538,57	724.348.999,91	746.682.410,66	768.064.335,13
=	UTILIDAD O PERDIDA DEL PERIODO	<b>1.557.321.248,64</b>	<b>1.603.550.801,00</b>	<b>1.650.565.753,88</b>	<b>1.701.456.640,68</b>	<b>1.750.179.386,60</b>

**Fuente: Cálculos del Autor**

## 4.4 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO

Tabla No. 25. Flujo de Efectivo

BIOCOMBUSTIBLES DE LA COSTA

NOMBRE DE LA EMPRESA: LTDA

FLUJO DE EFECTIVO

PERIODO: DEL 2008 AL DE 2012

DESCRIPCIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑOS
<b>INGRESOS</b>					
SALDO INICIAL	12.292.480,00	2.520.233.575,32	4.217.745.108,96	5.952.407.413,20	7.724.652.426,56
VENTAS	9.599.109.901,32	9.686.815.789,78	9.778.906.972,67	9.875.602.714,70	9.977.133.243,83
REC. CARTERA DEL MES ANT.	-	505.216.310,60	509.832.409,99	514.679.314,35	519.768.563,93
	-	-	-	-	-
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>9.611.402.381,32</b>	<b>12.712.265.675,69</b>	<b>14.506.484.491,61</b>	<b>16.342.689.442,25</b>	<b>18.221.554.234,33</b>
<b>EGRESOS</b>					
COMPRA DE MATERIAS PRIMAS	5.154.376.248,00	5.154.376.248,00	5.154.376.248,00	5.154.376.248,00	5.154.376.248,00
MANO DE OBRA DIRECTA	700.416.000,00	735.436.800,00	772.208.640,00	810.819.072,00	851.360.025,60
OUTSORCING	61.200.000,00	64.260.000,00	67.473.000,00	70.846.650,00	74.388.982,50
PAPELERIA	24.000.000,00	25.200.000,00	26.460.000,00	27.783.000,00	29.172.150,00
SERVICIOS PUBLICOS	501.296.558,00	526.361.385,90	552.679.455,20	580.313.427,95	609.329.099,35
GERENTE	90.600.000,00	95.130.000,00	99.886.500,00	104.880.825,00	110.124.866,25
REVISOR FISCAL	12.000.000,00	12.600.000,00	13.230.000,00	13.891.500,00	14.586.075,00
SECRETARIA	16.308.000,00	17.123.400,00	17.979.570,00	18.878.548,50	19.822.475,93
CONTADOR	30.804.000,00	32.344.200,00	33.961.410,00	35.659.480,50	37.442.454,53
JEFE RRHH	27.180.000,00	28.539.000,00	29.965.950,00	31.464.247,50	33.037.459,88
MENSAJERO	9.060.000,00	9.513.000,00	9.988.650,00	10.488.082,50	11.012.486,63
SERVICIOS PUBLICOS	44.000.000,00	46.200.000,00	48.510.000,00	50.935.500,00	53.482.275,00
GERENTE DE MERCADEO	45.300.000,00	47.565.000,00	49.943.250,00	52.440.412,50	55.062.433,13
ASESORES COMERCIALES	21.744.000,00	22.831.200,00	23.972.760,00	25.171.398,00	26.429.967,90
SECRETARIA	12.684.000,00	13.318.200,00	13.984.110,00	14.683.315,50	15.417.481,28
IMPUESTOS	-	794.013.660,84	812.949.063,22	832.096.835,73	852.957.590,19
AMORTIZACIÓN PRESTAMO	340.200.000,00	297.000.000,00	253.800.000,00	210.600.000,00	167.400.000,00
PAGO MAT. PRIM. MES ANT.	-	572.708.472,00	572.708.472,00	572.708.472,00	572.708.472,00
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>7.091.168.806,00</b>	<b>8.494.520.566,74</b>	<b>8.554.077.078,42</b>	<b>8.618.037.015,68</b>	<b>8.688.110.543,14</b>
<b>SALDO FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>2.520.233.575,32</b>	<b>4.217.745.108,96</b>	<b>5.952.407.413,20</b>	<b>7.724.652.426,56</b>	<b>9.533.443.691,19</b>

Fuente: Cálculos del Autor

## 4.5 BALANCE GENERAL

Tabla No. 26. Balance General Proyectado

NOMBRE DE LA EMPRESA:

BIOCOMBUSTIBLES DE LA COSTA LTDA

BALANCE INICIAL 2008 AL 2012

ACTIVOS	INSTALACIÓN	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
<b>CORRIENTE</b>						
CAJA - BANCOS	12.292.480	2.520.233.575	4.217.745.109	5.952.407.413	7.724.652.427	9.533.443.691
CUENTAS POR COBRAR	0	505.216.311	509.832.410	514.679.314	519.768.564	525.112.276
INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS	466.080.000	466.080.000	466.080.000	466.080.000	466.080.000	466.080.000
INVENTARIO DE PDTO TERMINADO	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>478.372.480</b>	<b>3.491.529.886</b>	<b>5.193.657.519</b>	<b>6.933.166.728</b>	<b>8.710.500.990</b>	<b>10.524.635.967</b>
GASTOS PREOPERATIVOS	13.400.000	10.720.000	8.040.000	5.360.000	2.680.000	0
<b>ACTIVO FIJO</b>						
TERRENOS	160.000.000	160.000.000	160.000.000	160.000.000	160.000.000	160.000.000
COMPUTADORES	13.147.000	13.147.000	13.147.000	13.147.000	13.147.000	13.147.000
- DEP ACUM. COMP.	0	4.382.333	8.764.667	13.147.000	13.147.000	13.147.000
EDIFICIOS	747.600.000	747.600.000	747.600.000	747.600.000	747.600.000	747.600.000
-DEP. ACUM. EDIF.	0	37.380.000	74.760.000	112.140.000	149.520.000	186.900.000
VEHICULOS	735.000.000	735.000.000	735.000.000	735.000.000	735.000.000	735.000.000
- DEP ACUM. VEHIC.	0	147.000.000	294.000.000	441.000.000	588.000.000	735.000.000
MAQUINARIA Y EQUIPO	568.238.000	568.238.000	568.238.000	568.238.000	568.238.000	568.238.000
- DEP ACUM. M. Y EQ.	0	56.823.800	113.647.600	170.471.400	227.295.200	284.119.000
MUEBLES Y ENSERES	4.242.520	4.242.520	4.242.520	4.242.520	4.242.520	4.242.520
-DEP. ACUM. M. Y ENS.	0	848.504	1.697.008	2.545.512	3.394.016	4.242.520
<b>TOTAL ACTIVO FIJO</b>	<b>2.241.627.520</b>	<b>1.992.512.883</b>	<b>1.743.398.245</b>	<b>1.494.283.608</b>	<b>1.249.551.304</b>	<b>1.004.819.000</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>2.720.000.000</b>	<b>5.484.042.769</b>	<b>6.937.055.764</b>	<b>8.427.450.336</b>	<b>9.960.052.294</b>	<b>11.529.454.967</b>
<b>PASIVOS</b>						
<b>CORRIENTE</b>						
CUENTAS POR PAGAR	0	572.708.472	572.708.472	572.708.472	572.708.472	572.708.472
IMPUESTOS POR PAGAR	0	794.013.661	812.949.063	832.096.836	852.957.590	872.562.489
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b>0</b>	<b>1.366.722.133</b>	<b>1.385.657.535</b>	<b>1.404.805.308</b>	<b>1.425.666.062</b>	<b>1.445.270.961</b>
<b>PASIVO LARGO PLAZO</b>						
OBLIG. FINANCIERAS	720.000.000	576.000.000	432.000.000	288.000.000	144.000.000	0
<b>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</b>	<b>720.000.000</b>	<b>576.000.000</b>	<b>432.000.000</b>	<b>288.000.000</b>	<b>144.000.000</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>720.000.000</b>	<b>1.942.722.133</b>	<b>1.817.657.535</b>	<b>1.692.805.308</b>	<b>1.569.666.062</b>	<b>1.445.270.961</b>
<b>PATRIMONIO</b>						
CAPITAL	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000
UTILIDAD DEL PERIODO	0	1.541.320.636	1.578.077.593	1.615.246.799	1.655.741.204	1.693.797.773
UTILIDAD ACUMULADA	0	0	1.541.320.636	3.119.398.229	4.734.645.028	6.390.386.232
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b>2.000.000.000</b>	<b>3.541.320.636</b>	<b>5.119.398.229</b>	<b>6.734.645.028</b>	<b>8.390.386.232</b>	<b>10.084.184.006</b>
<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>2.720.000.000</b>	<b>5.484.042.769</b>	<b>6.937.055.764</b>	<b>8.427.450.336</b>	<b>9.960.052.294</b>	<b>11.529.454.967</b>

Fuente: Cálculos del Autor

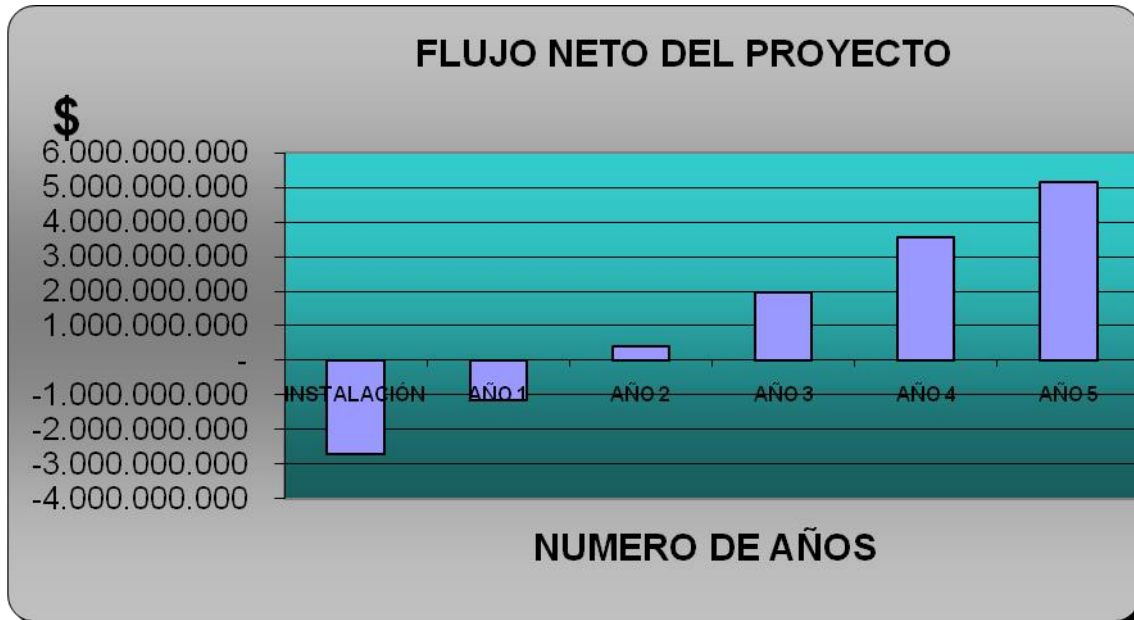
## 4.6 FLUJO NETO DEL PROYECTO

Tabla No. 27. Flujo Neto del Proyecto

<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b>		<b>BIOCOMBUSTIBLES DE LA COSTA LTDA</b>				
<b>FLUJO NETO DEL PROYECTO</b>		<b>PERIODO: DEL 2008 AL DE 2012</b>				
<b>ACTIVOS</b>	<b>INSTALACIÓN</b>	<b>AÑO1</b>	<b>AÑO2</b>	<b>AÑO3</b>	<b>AÑO4</b>	<b>AÑO5</b>
<b>CORRIENTE</b>						
CAJA - BANCOS	12.292.480	2.520.233.575	4.217.745.109	5.952.407.413	7.724.652.427	9.533.443.691
CUENTAS POR COBRAR	0	505.216.311	509.832.410	514.679.314	519.768.564	525.112.276
INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS	466.080.000	466.080.000	466.080.000	466.080.000	466.080.000	466.080.000
INVENTARIO DE PDTO TERMINADO	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>478.372.480</b>	<b>3.491.529.886</b>	<b>5.193.657.519</b>	<b>6.933.166.728</b>	<b>8.710.500.990</b>	<b>10.524.635.967</b>
GASTOS PREOPERATIVOS	13.400.000	10.720.000	8.040.000	5.360.000	2.680.000	0
<b>ACTIVO FIJO</b>						
TERRENOS	160.000.000	160.000.000	160.000.000	160.000.000	160.000.000	160.000.000
COMPUTADORES	13.147.000	13.147.000	13.147.000	13.147.000	13.147.000	13.147.000
- DEP ACUM. COMP.	0	4.382.333	8.764.667	13.147.000	13.147.000	13.147.000
EDIFICIOS	747.600.000	747.600.000	747.600.000	747.600.000	747.600.000	747.600.000
-DEP. ACUM. EDIF.	0	37.380.000	74.760.000	112.140.000	149.520.000	186.900.000
VEHICULOS	735.000.000	735.000.000	735.000.000	735.000.000	735.000.000	735.000.000
- DEP ACUM. VEHIC.	0	147.000.000	294.000.000	441.000.000	588.000.000	735.000.000
MAQUINARIA Y EQUIPO	568.238.000	568.238.000	568.238.000	568.238.000	568.238.000	568.238.000
- DEP ACUM. M. Y EQ.	0	56.823.800	113.647.600	170.471.400	227.295.200	284.119.000
MUEBLES Y ENSERES	4.242.520	4.242.520	4.242.520	4.242.520	4.242.520	4.242.520
-DEP. ACUM. M. Y ENS.	0	848.504	1.697.008	2.545.512	3.394.016	4.242.520
<b>TOTAL ACTIVO FIJO</b>	<b>2.241.627.520</b>	<b>1.992.512.883</b>	<b>1.743.398.245</b>	<b>1.494.283.608</b>	<b>1.249.551.304</b>	<b>1.004.819.000</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>2.720.000.000</b>	<b>5.484.042.769</b>	<b>6.937.055.764</b>	<b>8.427.450.336</b>	<b>9.960.052.294</b>	<b>11.529.454.967</b>
<b>PASIVOS</b>						
<b>CORRIENTE</b>						
CUENTAS POR PAGAR	0	572.708.472	572.708.472	572.708.472	572.708.472	572.708.472
IMPUESTOS POR PAGAR	0	794.013.661	812.949.063	832.096.836	852.957.590	872.562.489
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>	<b>0</b>	<b>1.366.722.133</b>	<b>1.385.657.535</b>	<b>1.404.805.308</b>	<b>1.425.666.062</b>	<b>1.445.270.961</b>
<b>PASIVO LARGO PLAZO</b>						
OBLIG. FINANCIERAS	720.000.000	576.000.000	432.000.000	288.000.000	144.000.000	0
<b>TOTAL PASIVO LARGO PLAZO</b>	<b>720.000.000</b>	<b>576.000.000</b>	<b>432.000.000</b>	<b>288.000.000</b>	<b>144.000.000</b>	<b>0</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>720.000.000</b>	<b>1.942.722.133</b>	<b>1.817.657.535</b>	<b>1.692.805.308</b>	<b>1.569.666.062</b>	<b>1.445.270.961</b>
<b>PATRIMONIO</b>						
CAPITAL	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000	2.000.000.000
UTILIDAD DEL PERIODO	0	1.541.320.636	1.578.077.593	1.615.246.799	1.655.741.204	1.693.797.773
UTILIDAD ACUMULADA	0	0	1.541.320.636	3.119.398.229	4.734.645.028	6.390.386.232
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>	<b>2.000.000.000</b>	<b>3.541.320.636</b>	<b>5.119.398.229</b>	<b>6.734.645.028</b>	<b>8.390.386.232</b>	<b>10.084.184.006</b>
<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>2.720.000.000</b>	<b>5.484.042.769</b>	<b>6.937.055.764</b>	<b>8.427.450.336</b>	<b>9.960.052.294</b>	<b>11.529.454.967</b>
<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>						
VENTAS		10.104.326.212	10.196.648.200	10.293.586.287	10.395.371.279	10.502.245.520
COSTO DE VENTAS		7.070.821.078	7.135.166.706	7.202.729.615	7.273.670.670	7.348.158.777
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>		<b>3.033.505.134</b>	<b>3.061.481.494</b>	<b>3.090.856.672</b>	<b>3.121.700.609</b>	<b>3.154.086.742</b>
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN		275.242.837	286.740.437	298.812.917	307.106.688	320.416.597
GASTOS DE VENTAS		226.728.000	230.714.400	234.900.120	239.295.126	243.909.882
<b>UTILIDAD O PERDIDA OPERACIONAL</b>		<b>2.531.534.297</b>	<b>2.544.026.657</b>	<b>2.557.143.634</b>	<b>2.575.298.795</b>	<b>2.589.760.263</b>
IMPUESTO DE RENTA		974.640.704	979.450.263	984.500.299	991.490.036	997.057.701
<b>UTILIDAD O PERDIDA DEL PERIODO</b>		<b>1.556.893.592</b>	<b>1.564.576.394</b>	<b>1.572.643.335</b>	<b>1.583.808.759</b>	<b>1.592.702.562</b>
<b>TOTAL FLUJO NETO DEL PROYECTO</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>401.469.986</b>	<b>1.974.113.321</b>	<b>3.557.922.080</b>	<b>5.150.624.642</b>

Fuente: Cálculos del Autor

Grafico No. 13. Flujo Neto del Proyecto



Fuente: Cálculos del Autor

Con este estado financiero, se puede determinar el tiempo aproximado para recuperar la inversión, que para el proyecto es de tres años y cinco meses.

#### 4.7 CÁLCULOS DE LA TIR Y VPN

4.7.1 Tasa Interna de Retorno. Es la tasa que hace que el valor presente neto sea igual a cero, es decir reduce a cero los ingresos y los egresos del proyecto. La TIR no es más que la tasa de interés que se percibe de una inversión dada. Si la tasa resultante es superior a la del mercado, entonces quiere decir que el proyecto es más rentable.

La tasa resultante es igual a 133% para el periodo de estudio, mientras que el valor de la TIR es igual a 26,68% EA, lo que demuestra que la tasa de interés de rentabilidad del proyecto es superior a la del mercado, la cual se encuentra en 9,20 EA, y en consecuencia la rentabilidad del proyecto es mayor, dadas las

inversiones necesarias, a invertir el mismo dinero en cualquier otro producto financiero ofrecido en el mercado.

4.7.2 Valor Presente Neto. Este indicador permite establecer la equivalencia entre los ingresos y los egresos del flujo de efectivo de un proyecto, los que son comparados con la inversión inicial de los socios, a una tasa determinada. Los flujos de efectivo del proyecto se suman y se le descuenta la inversión inicial, si el resultado es positivo quiere decir que se acepta el proyecto.

Para proyecto del montaje de una planta de alcohol carburante en la ciudad de Cartagena, el VPN es igual a:

<b>VPN DEL PROYECTO</b>
<b>\$ 11.331.112.788</b>

Lo anterior demuestra, que el proyecto de factibilidad para el montaje de una planta productora de alcohol carburante en la ciudad de Cartagena, es totalmente viable financieramente.



## **IMPACTO SOCIO – ECONÓMICO Y AMBIENTAL**

### **5.1 IMPACTO SOCIO - ECONÓMICO.**

Con este estudio se pretende dar una mirada al impacto generado por la puesta en marcha de la planta en variables como: cantidad de empleos generados discriminados en directos e indirectos, calificado y no calificados de acuerdo a los perfiles mencionados en el estudio organizativo, inversión generada bajo el concepto de responsabilidad social de la empresa como ciudadano corporativo.

En este sentido, a continuación se describen los impactos esperados a corto y largo plazo. Los primeros están asociados con la puesta en marcha de la planta, y los segundos con las proyecciones de las actividades encaminadas al cumplimiento de la responsabilidad social.

#### **5.1.1 IMPACTOS DE CORTO PLAZO**

Generación de empleos:

- 44 empleos directos.
- 200 empleos indirectos aproximadamente, de acuerdo a las etapas de siembra, cosecha, recolección y transporte de la materia prima.

Empleos de acuerdo a perfiles

- Profesionales especializados: representado en un 16% del personal directo
- Técnicos o tecnólogos: representado en un 16% del personal
- Formación básica: representan el 68% del personal de la planta

### 5.1.2 IMPACTOS DE LARGO PLAZO

#### Inversiones proyectadas

- Construcción y/o mejora de escuelas en sectores aledaños y municipios productores de la materia prima.
- Capacitación y organización de los pequeños y medianos productores de la materia prima.
- Construcción y /o dotación de parques y centros recreativos
- A padrinaje educativo para los hijos de los trabajadores directos y los agricultores.

El monto proyectado de estas inversiones corresponderá al 10% de las utilidades netas.

## 5.2 IMPACTO AMBIENTAL

En este capítulo se describirán los posibles impactos ambientales generados por los desechos del proceso, y los cambios ambientales causados a partir de la utilización del etanol anhídrido como carburante de la gasolina en la ciudad de Cartagena.

### 5.2.1 SUBPRODUCTOS DEL PROCESO INDUSTRIAL

Durante el proceso de obtención del alcohol carburante, se derivan una variedad de desechos de acuerdo a las etapas de dicho proceso. En la etapa de lavado por ejemplo, se generan además de las suciedades e impurezas, el desprendimiento de la cáscara que recubre este tubérculo, lo que representa cerca del 2% de la raíz total.

Otros subproductos que se generan a lo largo del proceso, son: el afrecho, agua residual y la mancha. A continuación se muestran las formas de aprovechamiento de cada uno de ellos, con lo que se minimiza los impactos negativos generados a

partir de los vertimientos y eliminación de estos en los cuerpos de agua y en el medio ambiente en general.

Así mismo, en la etapa de lavado y pelado se generan unos residuos sólidos, provenientes de la separación de impurezas y la cascara de la pulpa de la yuca, estos ascienden aproximadamente a 3.6 toneladas diarias. Debido que este es un desecho orgánico y no puede ser aprovechado en otros usos, deben ser enviados a rellenos sanitarios, donde sufrirán su proceso de degradación natural.

### 5.2.2 APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS OBTENIDOS

Los subproductos nombrados anteriormente son utilizados para la elaboración de suplementos alimenticios para animales, elaboración de adhesivos y como materia prima en la producción de abonos orgánicos.

#### **Afrecho**

Resulta de la operación de colado. Una vez secado al sol, el afrecho se usa como complemento de concentrados para animales o se ofrece directamente en la alimentación animal.

El análisis químico indica que el material tiene un contenido de materia seca de 80 a 85%, del cual el 60 a 70% es almidón y el 12 a 14% es fibra.

#### **Mancha**

Al terminar la sedimentación en los canales, se obtienen tres capas: una inferior y más densa (el almidón utilizado en la producción de alcohol carburante); la intermedia, que es un tipo de almidón mezclado con material proteico, espesor variable y menos denso que el almidón común (Mancha)<sup>45</sup>. La mancha contiene almidón de baja densidad, menor calidad y su nivel de proteína es alto, utilizados en la alimentación de animales (bovinos y porcinos) y en la elaboración de

---

<sup>45</sup> En este caso, a pesar de contener almidón, es desechado por no tener la densidad necesaria para el proceso de destilación de Etanol Anhidrido.

adhesivos. Este material líquido puede ser reutilizado en la etapa de lavado de la yuca, lo que representaría un ahorro del 17% del agua utilizada en el proceso

### **Agua Residual**

En el proceso se generan dos tipos de aguas residuales: las que provienen del lavado y pelado de la yuca; que se caracterizan por contener gran cantidad de sólidos (material inerte y cascarilla), y altas cargas orgánicas provenientes de los tanques de sedimentación.

Las aguas residuales normalmente han sido descargadas a los cuerpos receptores, causando un impacto negativo significativo sobre los mismos, lo que se ha reflejado en la inhabilidad de estas fuentes para otros usos

Es por esto, que el agua proveniente del proceso de producción se depositará en piscinas de sedimentación, y se tratará con un coagulante, para que los residuos sólidos permanezcan en el fondo del tanque, y el agua limpia sea reutilizada en otras operaciones de la planta como el riego de las zonas verdes. Mientras que los residuos sólidos serán llevados a los rellenos sanitarios, al igual que los obtenidos de la etapa de lavado y pelado.

### **5.2.3 EFECTOS DEL USO DE ETANOL COMO OXÍGENANTE DE LA GASOLINA**

En cuanto a los efectos ambientales del uso del etanol como oxígeno de la gasolina a motor y teniendo en cuenta que debe establecerse una comparación entre los impactos ambientales generados a partir del proceso de producción y los beneficios de la utilización del producto final, para establecer los beneficios ambientales netos del proyecto; se presentan en primer lugar algunas consideraciones técnicas del etanol y en segundo lugar un comparativo de las emisiones generadas por la gasolina corriente Vs la mezcla E10.

## Consideraciones

- La generación de energía a través de la biomasa no incrementa las emisiones netas de CO<sub>2</sub>, debido a que las plantas absorben el CO<sub>2</sub> generado por la combustión de los biocombustibles.
- Los biocombustibles son biodegradables, y el 85% se degrada aproximadamente en 28 días, mientras que los combustibles fósiles pueden durar años para degradarse.
- En los motores de los automóviles la mezcla de la gasolina con el oxígeno del aire ocurrida en el carburador se quema de manera imperfecta, lanzando al aire gases principalmente bióxido y monóxido de carbono que, junto con otros hidrocarburos no quemados, contribuyen a crear el smog y el llamado efecto de invernadero<sup>46</sup>. Para mejorar la combustión interna de los motores y reducir la producción de gases invernadero, se le agregan a las gasolinas compuestos oxígeno, como es el caso de los alcoholes carburantes obtenidos a partir de biomasa.
- Según estudios realizados en Colombia se demostró que la utilización del etanol como oxígeno de la gasolina, provoca una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, entre el 22 y 50%, en vehículos de carburador y reducciones menores en vehículos de inyección, al igual que se presenta reducción en la emisiones de THC entre el 20 y 24 %

En Cartagena, según cifras del Departamento Administrativo de Tránsito actualmente existen alrededor de 17.000 automotores, entre motos y automóviles que son propulsados a gasolina. La tabla No. 18, muestra la comparación de las emisiones arrojadas al medio ambiente, con la utilización de la gasolina corriente y la gasolina oxigenada.

---

<sup>46</sup> El ABC de los Alcoholes Carburantes. Federación Nacional de Biocombustibles

**TABLA No. 28. COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES GASOLINA CORRIENTE VS MEZCLA E10.**

<b>COMPUESTO</b>	<b>Gasolina Corriente (gr/kw/horas)</b>	<b>E10 (gr/kw/hora)</b>
Monóxido de carbono (CO)	59,1	49,5
Dióxido de carbono (CO2)	83,7	82,6
Hidrocarburos (HC) - (Metano, Butano, Benceno, Benzopireno, Benzofluoranteno)	4,1	3,6
Óxidos de nitrógeno (Nox)	2,5	2,2

Fuente: Estudio mezclas de gasolina con etanol anhidro- ECOPETROL. 2005.

**Tabla No.29. CARTAGENA. DIFERENCIA EN TOTAL DE EMISIONES, ABSOLUTO Y PORCENTUAL. GASOLINA CORRIENTE - MEZCLA E10**

<b>COMPUESTO</b>	<b>Gasolina Corriente (gr/kw/horas)</b>	<b>Total de emisiones</b>	<b>E10 (gr/kw/hora)</b>	<b>Total de emisiones</b>	<b>Disminución de emisiones</b>	<b>%</b>
Monóxido de carbono (CO)	59,1	1.004.700	49,5	841.500	163.200	16,2
Dióxido de carbono (CO2)	83,7	1.422.900	82,6	1.404.200	18.700	1,3
Hidrocarburos (HC) - (Metano, Butano, Benceno, Benzopireno, Benzofluoranteno)	4,1	69.700	3,6	61.200	8.500	12,2
Óxidos de nitrógeno (Nox)	2,5	42.500	2,2	37.400	5.100	12,0

Fuente: Cálculos del autor con base en Estudio mezclas de gasolina con etanol anhidro- ECOPETROL. 2005.

**Nota: El total de emisiones para ambos casos se calculó tomando como referencia el total de automóviles que constituyen el parque automotor de la ciudad de Cartagena citado anteriormente y bajo el supuesto de que la totalidad de ellos se encuentran en movimiento.**

De acuerdo con la información anteriormente señalada, se realizaron los respectivos cálculos para establecer el total de emisiones por componentes, para el parque automotor de la ciudad, a gasolina corriente e introduciendo el cambio a gasolina oxigenada en el total de vehículos, como lo señala la norma.

De la tabla No. 19, se puede analizar, que en los cuatro compuestos contaminantes, la utilización de la Mezcla E10, provoca reducciones en las emisiones de estos compuestos. Sin embargo, para el caso del monóxido de carbono, se observa la mayor reducción (16,2%) de emisiones al medio ambiente, le siguen en su orden los Hidrocarburos con un 12,2%, el óxido de nitrógeno con el 12% y por último, aunque no menos significativo, se encuentra el dióxido de carbono con el 1,3%.

Lo anterior impacta positivamente sobre la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, ya que las disminuciones en emisiones pueden repercutir en tasas de morbilidad bajas y sobre el fenómeno del calentamiento global.

## CONCLUSIONES

- ✓ La demanda de etanol con destino a la mezcla con la gasolina en la ciudad de Cartagena, tiene una tendencia creciente, según cifras suministradas y proyectadas por ECOPETROL, se estimó una demanda aproximada a 100.000 litros diarios de alcohol carburante, no incluyendo el resto del departamento de Bolívar, aumento del parque automotor de la ciudad, o que a partir del 1 de enero del año 2012 la mezcla subirá a E20
- ✓ El uso del etanol como oxígeno de gasolinas es un programa antiguo, en Brasil país pionero de este tipo de programa, ya existen automóviles con tecnología flex fuel, los cuales pueden operar 100% con etanol, 100% a gasolina o con la mezcla de ambos en cualquier proporción.
- ✓ La inversión en los sistemas de producción es muy alta, debido que la infraestructura necesaria para el montaje de la planta en términos de tecnología utilizada debe ser preferiblemente importada.
- ✓ Los costos para la puesta en marcha de la planta ascienden a 2.700.000.000 millones de pesos. la inversión inicial es recuperada a los tres años y cinco meses de la puesta en marcha de la planta.
- ✓ El afrecho subproducto resultante del proceso, con el debido tratamiento adicional pueden ser utilizados en la industria alimenticia animal, mientras que el agua residual con el debido tratamiento puede ser reutilizada en otros oficios de la empresa.
- ✓ La empresa incurre en costos adicionales, debido al tratamiento que hay que hacer a las aguas residuales antes de verterse en otros cuerpos de agua y al costo incurrido en la utilización de rellenos sanitarios para depositar los residuos sólidos del proceso de producción.



- ✓ A nivel internacional la demanda de alcohol carburante muestra una tendencia creciente, ya que muchos países están entrando en la ola de los biocombustibles, lo cual abre las puertas a mercados internacionales.
  
- ✓ Con la puesta en marcha de la planta se incentiva el desarrollo económico y social de las áreas de influencia de la planta, de acuerdo a los impactos proyectados. Además de Incentivar el desarrollo de empleos rurales y por ende la mejora en el bienestar familiar de los agricultores.
  
- ✓ Dada la viabilidad del proyecto, sus impactos económicos y sociales son favorables sobre la población del área de influencia de la planta.
  
- ✓ Con la utilización de la mezcla E10 se calcula una disminución de las emisiones de componentes contaminantes que van desde 16,2% para el monóxido de carbono (Co), hasta un 1,3% de dióxido de carbono (Co<sub>2</sub>).
  
- ✓ De acuerdo con cálculos del estado financiero, la tasa interna de retorno del proyecto se encuentra en el 26.68%, y el VPN es igual a \$ 11.331.112.788, lo que hace este proyecto totalmente rentable y atractivo para inversiones tanto privadas como públicas.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Establecer un consocio que asumirá el papel de intermediario entre la empresa y los agricultores, el consorcio debe estar conformado por un representante de la empresa y representantes de los agricultores del departamento de Bolívar.
- ✓ En caso de que BIOCOMBUSTIBLES DEL CARIBE LTDA, no quiera dejar en manos de terceros el abastecimiento de materia prima de la planta, se recomienda que la empresa asuma los costos de producción, y el arriendo o compras de las tierras aptas para este tipo de cultivo.
- ✓ Se recomienda así mismo, la conformación de cooperativas y centros de acopio en los principales municipios seleccionados, para garantizar el suministro constante de la materia prima
- ✓ Es trascendental ampliar la capacidad instalada de la planta de producción, teniendo en cuenta que los 24.000 litros solo alcanzan a cubrir el 25% de la demanda proyectada hasta mediados del año 2009, dado que la tendencia del uso del etanol es creciente.
- ✓ Es necesario que la empresa busque otras fuentes de energía, pues los costos de producción se ven aumentados por el alto consumo de energía (Kw) durante el proceso. Debido a lo anterior, se recomienda destinar al menos el 2% de la producción de etanol al consumo interno de la compañía.
- ✓ En convenio con el SENA establecer mecanismos de capacitación y tecnificación de cultivos, para los agricultores que se unan a este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Estadísticas de la industria petrolera, estadísticas internacionales, ECOPETROL, consultado en: [http://www.ecopetrol.com.co/especiales/estadisticas2005/estadisticas-int/reservas\\_petroleo\\_america.htm](http://www.ecopetrol.com.co/especiales/estadisticas2005/estadisticas-int/reservas_petroleo_america.htm), 04 Enero de 2008, 2.40 PM
2. Arias Leiva, Andrés, Los Biocombustibles en Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Santa Marta Julio 7 de 2007
3. Boletín de Prensa de CCC foro sobre Biocombustibles, Marzo 01 de 2007
4. Quintero Luís, Salazar Marcela y Rodríguez Ramiro, Costos de Producción de Yuca en Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, abril de 2004.
5. Yuca o Caña de Azúcar las alternativas, Bolívar por una planta de alcohol carburante, consultado en: <http://www.fedebiocombustibles.com/bolivar.html>, 23 de enero de 2008, 02:57 PM
6. Arias Leiva Andrés Felipe, Los Biocombustibles En Colombia, Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, Cartagena, septiembre 7 de 2007.
7. Kaminski Wladyslaw, Marszalek Joanna, y Ciolkowska Agnieszka Renewable energy source—Dehydrated etanol, *Faculty of Process and Environmental Engineering, Technical University of Lodz, Wolczanska 215, 90-924 Lodz, Poland* Received 23 August 2006; accepted 7 March 2007.
8. González Fernández Jorge y Molina Córdoba Manuel. Estudio de los factores que afectan la hidrólisis enzimática y el proceso fermentativo para la producción de alcohol a partir de papa, *Ingeniería* 16 (1): 29-39, ISSN: 1409-2441; 2006. San José, Costa Rica
9. Das Neves Marcos Antonio, Kimura Toshinori, Shimizu Naoto and Shiiba Kiwamu. "Production of Alcohol by Simultaneous Saccharification and Fermentation of Low-grade Wheat Flour". Tokyo - Japan.
10. Cardenas Mauricio. Sector petrolero en Colombia. FEDESARROLLO. Octubre 12 del 2005.

11. Miranda Sandra. Proyecto producción limpia en Costa Rica, Estudio de factibilidad económica y ambiental del etanol oxigenante de la gasolina en Costa Rica, consultado en: <http://www.olade.org/biocombustibles.old/Documents/PDF-21-4.pdf>, 30 de enero de 2008, 02:24 PM
12. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO, consultado en: <http://faostatclassic.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es>, 30 de enero de 2008, 02:35 PM
13. Acevedo Lafaurie Jennifer y García Caraballo Luz Caracterización de la cadena productiva de la yuca en el departamento de Bolívar - 2005, mediante un modelo de simulación de redes. Universidad De Cartagena, Facultad de ciencias Económicas, Programa De Administración Industrial. 2006
14. Gibert Piter, Ph.D, Informe del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay, consultado en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/eventos/clayuca0102/paraguay.htm>, 15 de febrero de 2008. 02:04 PM
15. Bolívar por una planta de alcohol carburante, consultado en: <http://www.fedebiocombustibles.com/bolivar.html>, 16 de Enero de 2008.
16. DANE. Encuesta Continua de Hogares, diciembre de 2007. Consultado en: [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/anexo\\_ech\\_dic07.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/anexo_ech_dic07.xls), 11 de febrero de 2008. 02:37 PM
17. Alarcón, Freddy Y Dufour Dominique, Almidón Agrío De Yuca En Colombia, Cali, Colombia 1998.
18. Girado Toro Andrés, Estudio De La Obtención De Harina De Hojas De Yuca Para Consumo Humano, Universidad del Cauca, 2006. Consultado en: [http://www.clayuca.org/PDF/tesis\\_hojasyuca.pdf](http://www.clayuca.org/PDF/tesis_hojasyuca.pdf). 15 febrero de 2008
19. La Yuca Oportunidad De Crecimiento Y Desarrollo Económico De Colombia, Clayuca, Mayo De 2003
20. Yuca, consultado en: <http://www.confecampo.com/estadisticas/yuca.pdf>, 30 de enero de 2008. 02:10 PM
21. Marco de referencia para la evaluación de estudios de factibilidad, SENA, consultado en:

- [http://www.seduca.gov.co/portal/educacion/servicios/tramites/descargas/legализacion/anexo\\_1.doc](http://www.seduca.gov.co/portal/educacion/servicios/tramites/descargas/legализacion/anexo_1.doc), 06 de febrero de 2008, 01:54 PM
22. Miranda Miranda Juan, Gestión de Proyectos, Ciclos del Proyecto. Consultado en: [http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DIFP\\_Bpin/CAP%201.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DIFP_Bpin/CAP%201.pdf), 09 de febrero de 2008, 08:10 PM
  23. Componentes de políticas, Biocombustibles, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, consultado en: <http://www.minagricultura.gov.co/02componentes/05biocombustible.aspx>, 06 de diciembre de 2007, 11:58 AM
  24. Méndez Álvarez Carlos Eduardo, Metodología, guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas, Santa Fe de Bogota, Colombia, marzo 1999.
  25. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9000, Versión 2000.
  26. Loke John B, segunda revolución agrícola, como asociaciones de agricultores pueden producir bioetanol y tener acceso a mercado limitados, reunión anual de socios, Clayuca Palmira, marzo 2007.
  27. Parque automotor de servicio publico, taxis, ¿Cuántos hay en Cartagena?, consultado en el universal viernes 11 de abril de 2008. Consultado en: [http://www.eluniversal.com.co/noticias/20080411/ctg\\_act\\_taxis\\_cuantos\\_hay\\_en\\_cartagena.html](http://www.eluniversal.com.co/noticias/20080411/ctg_act_taxis_cuantos_hay_en_cartagena.html), 22 de abril de 2008, 10: 25 AM
  28. 39.512 vehículos con gas en la costa Caribe, consultado en: <http://www.rgs.gov.co/noticias.shtml?x=16717>, 22 de abril de 2008.
  29. Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe, situación y propuestas políticas, naciones Unidas CEPAL, consultado en: [http://www.eclac.org/publicaciones/xml/2/14982/Lcl2132e\\_s.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/2/14982/Lcl2132e_s.pdf), 08 de marzo de 2008, 03:39pm
  30. Informe sobre el desarrollo mundial 2008, biocombustibles, una promesa y algunos riesgos, consultado en: [http://siteresources.worldbank.org/intwdr2008/resources/2795087-1191440805557/4249101-1191956789635/02\\_biocombustibles.pdf](http://siteresources.worldbank.org/intwdr2008/resources/2795087-1191440805557/4249101-1191956789635/02_biocombustibles.pdf), 3 marzo de 2008, 1:59 pm

31. Censo de producción de yuca para uso industrial separata de resultados, DANE 2004. Consultado en: [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co), 25 de abril de 2008, 5:25 PM
32. Estadísticas de ventas nacionales, estadísticas a mayoristas, Ecopetrol, consultado: [www.ecopetrol.com](http://www.ecopetrol.com), 24 de abril de 2008, 5:14 PM
33. Maquina Lavadora – Peladora de Yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org). 22 de abril de 2008. 06:00 PM
34. Maquina lavadora – peladora de yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org). 22 de abril de 2008, 06:00 PM
35. Maquina Rayadora de Yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org). 22 de abril de 2008. 06:26 PM
36. Maquina Coladora de Almidón de Yuca. Consultado en: [www.fao.org](http://www.fao.org). 22 de abril de 2008. 07:09 PM
37. Seminario Taller – Biocombustibles, Biodiesel – Bioetanol 2007, Virtual Pro, Bogotá – Colombia
38. Administración Financiera, Fundamentos y Aplicaciones. García S. Oscar León, Cali – Colombia, febrero de 1998.
39. Indicadores económicos, DANE, consultado en: [http://www.dane.gov.co/index.php?option=com\\_content&task=view&id=22&Itemid=](http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=), 08 de mayo de 2008.
40. Situación de la producción de etanol en Colombia, Genecco Mancheno Jose, Sucromiles, marzo 15 de 2006.
41. Diseño de un proceso de producción de etanol anhídrido a partir de jugo caña. Grisales Paola, Ríos Leonardo y Triana Mauricio, Universidad del Valle, consultado en: <http://ing-quimica.univalle.edu.co/procesos/Downloads/etanhidro/etanhidro.pdf>, 29 de abril de 2008, 06:30 PM
42. Bioetanol y Biodiesel: los combustibles ecológicos en Colombia. Contraloría General de la República, sector Minas y Energía.

43. Briceño Carlos O, CENICAÑA, Aspectos estructurales y de entorno que enmarcan los proyectos e inversiones para la producción de Bioetanol en Colombia.
44. Biocombustibles: una promesa y algunos riesgos, informe sobre el desarrollo mundial 2008, the World Bank, consultado en: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/EXTDATRESINSPA/EXTRESINSPA/EXTWDRINSPA/EXTIDM2008INSPA/0,,contentMDK:21508900~isCURL:Y~menuPK:4276356~pagePK:64168445~piPK:64168309~theSitePK:4164497,00.html>, 03 de 2008, 04:00 PM
45. Precios del alcohol carburante, consultado en: <http://www.fedebiocombustibles.com/precioss.php>, 04 de abril de 2008, 05:06 PM
46. Equivalencias de medias, Renison Geofredo, consultado en: <http://www.construir.com/econsult/C/CONSULTA/RENISON/DOCUMENT/medidas.htm>, 08 de mayo de 2008, 06:08 PM
47. Poder Calorífico, consultado en: F:\otras correcciones\Poder Calorifico.htm, 10 de mayo de 2008, 05:36 PM
48. Obtención de glucosa a partir de almidón de yuca, manihot sculenta, Mera Ingrid, Carrera Cataño Jorge, consultado en: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol3/Art38.pdf>, 29 de abril de 2008, 12:28 PM
49. Estadísticas de producción de yuca en el departamento de Bolívar, consultado en: <http://www.agronet.gov.co/>, 14 de abril de 2008, 02:39 PM

# **ANEXOS**

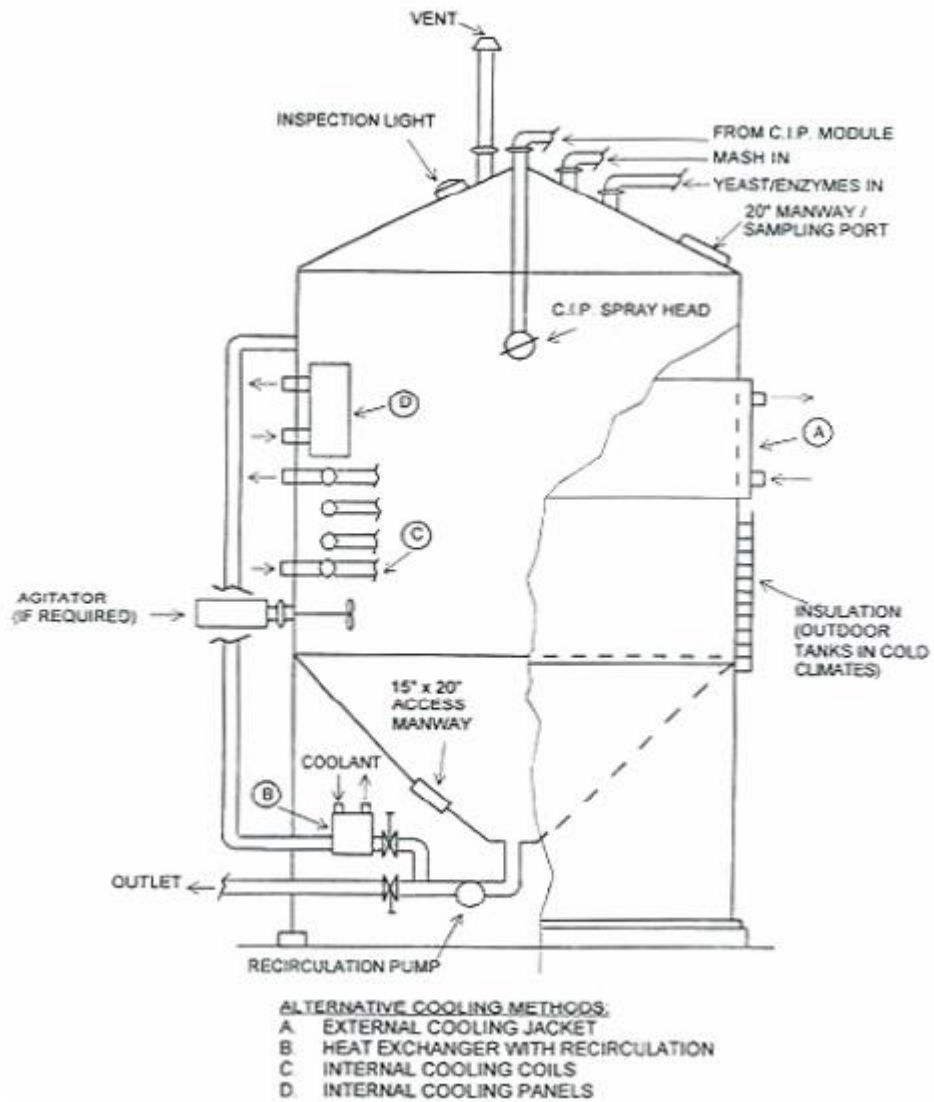


## **ANEXO No. 1. CONSULTAS**

Para la presente investigación, se consulto a las siguientes empresas:

- **INDUSTRIAS FERVIL LTDA**
- **ANDITEC LTDA**
- **ÁGUAS DE CARTAGENA S.A E.S.P**
- **ELECTRICARIBE S.A.**
- **BANCOLOMBIA**
- **CHEVROLET**
- **CAMARA DE COMERCIO DE CARTAGENA**

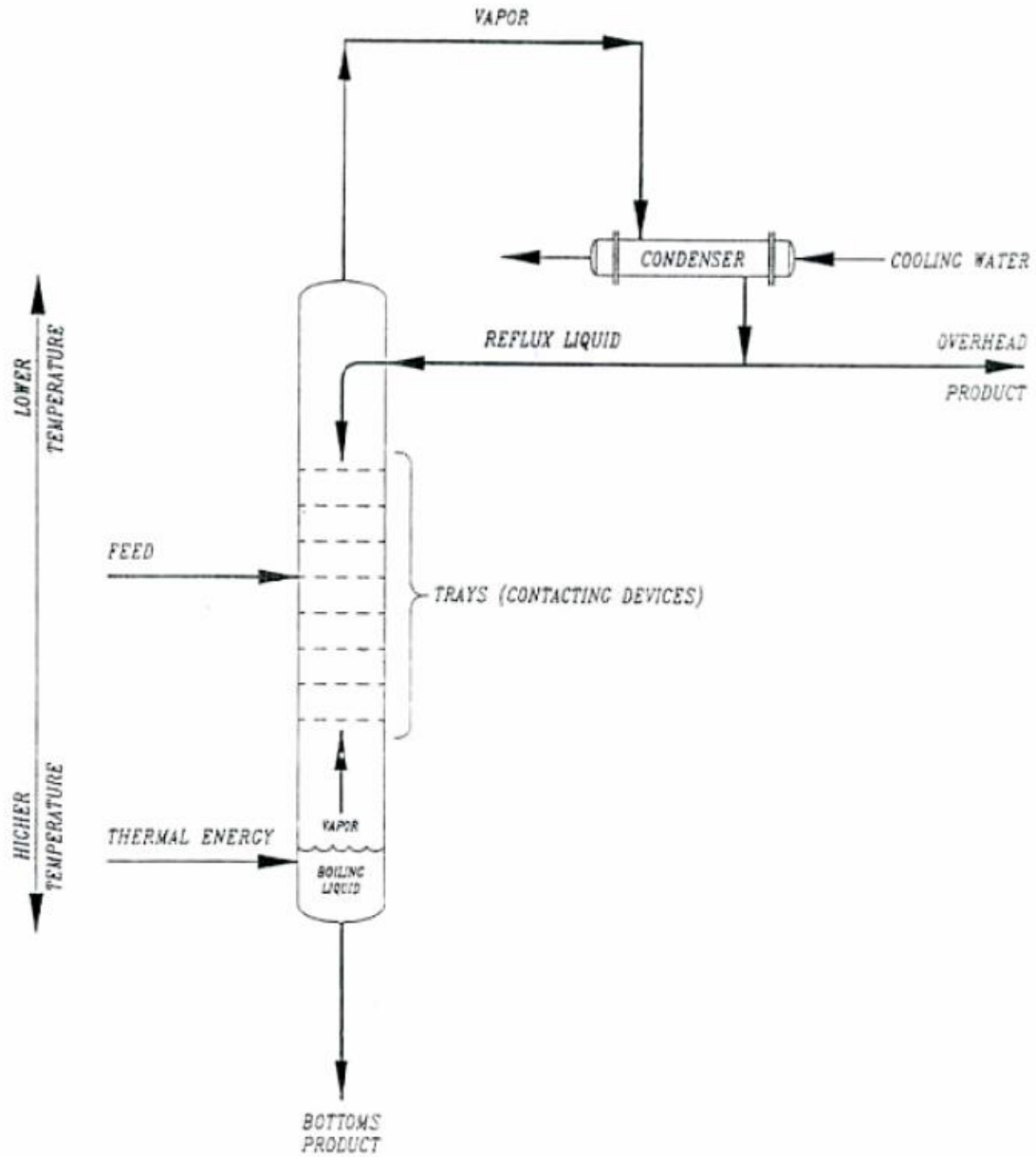
## ANEXO No. 2. REACTOR DE FERMENTACIÓN



Fuente: Fermentador cilíndrico-cónico (tomado de Lyons et al, 1995, 93). C.I.P. significa clearing-in-place (limpieza in situ)

### ANEXO NO. 3. DESTILADORES

Equipo típico de destilación fraccionada a nivel industrial



Fuente: Relaciones típicas en destilación (tomado de Lyons et al, 1995, 105)