



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN FINANZAS Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

**“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE
BIOCOMBUSTIBLE A BASE DE PIÑON (JATROPHA CURCAS) EN LA
CIUDAD DE GUAYAQUIL, PARA EL ABASTECIMIENTO EN EL MERCADO
INTERNO Y EXTERNO”**

**Previa a la obtención del Grado Académico de Magíster en Finanzas y
Economía Empresarial**

ELABORADO POR:

Econ. Oswaldo Fey Espinoza

TUTOR:

Econ. Andrey Maldonado Karpov

Guayaquil, a los 29 días del mes de febrero año 2016



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Economista Oswaldo Fey Espinoza, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Finanzas y Economía Empresarial.

Guayaquil, a los 29 días del mes de febrero año 2016

DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACION

Econ. Andrey Maldonado Karpov

REVISORES:

Econ. Gonzalo Paredes Reyes

Econ. Uriel Castillo Nazareno

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Econ. María Teresa Alcívar Avilés, PHD.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, Oswaldo Fey Espinoza

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “**PROYECTO DE INSTALACION DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIOCOMBUSTIBLE A BASE DE PIÑON (JATROPHA CURCAS) EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, PARA EL ABASTECIMIENTO EN EL MERCADO INTERNO Y EXTERNO**” previa a la obtención del Grado Académico de Magíster, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de ésta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de investigación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 29 días del mes de febrero del año 2016

EL AUTOR

Oswaldo Fey Espinoza

C.C. 0914949045



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

AUTORIZACIÓN

YO, Oswaldo Fey Espinoza

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la Institución del trabajo de investigación de Maestría titulado: **“PROYECTO DE INSTALACION DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIOCOMBUSTIBLE A BASE DE PIÑON (JATROPHA CURCAS) EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, PARA EL ABASTECIMIENTO EN EL MERCADO INTERNO Y EXTERNO”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 29 días del mes de febrero año 2016

EL AUTOR

Oswaldo Fey Espinoza

C.C. 0914949045

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo, dedicación y sacrificios invertidos para la culminación de esta Maestría y la elaboración del presente trabajo de investigación, se lo dedico en primer lugar a Dios, por todas las bendiciones que me ha brindado a lo largo de la vida y darme la oportunidad de alcanzar una meta profesional muy importante.

A mi madre que en vida supo inculcar en mí ese deseo permanente de superación y que ahora desde el cielo no deja de darme su protección y apoyo.

A mis hermanos, quienes con su ejemplo han inspirado en mí el deseo de superación personal y profesional.

A mis compañeros y amigos con quienes formamos un grupo con gran experiencia y profesionalismo.

A los profesores, directores y a mi tutor del trabajo de investigación, quienes supieron transmitir en forma académica el universo de conocimientos necesarios para la culminación de esta maestría; y,

A todos los ángeles que estuvieron en mi camino y que de una u otra forma contribuyeron al feliz término de esta meta.

Oswaldo Fey Espinoza

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, quien con su infinito poder permitió que todo el universo conspira para poder alcanzar esta nueva meta en mi vida profesional.

A mi madre y hermanos por toda su paciencia y apoyo proporcionados durante el desarrollo de mi carrera profesional y de este trabajo de investigación.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por todo el universo de conocimientos que me ha proporcionado a lo largo de mi preparación académica, la cual me ha permitido ser un mejor profesional al servicio de la sociedad.

A todos mis compañeros y amigos que de una u otra manera me brindaron su apoyo para la obtención de los distintos temas relacionados con este trabajo de investigación.

A los accionistas de Cía. Importadora Regalado S.A., quienes me dieron su apoyo económico y laboral para la obtención de este título de posgrado, cuyos conocimientos adquiridos los sabré aplicar en el desarrollo de mis labores en la empresa.

A todas las empresas e instituciones que estuvieron dispuestas a colaborar proporcionándome la información y asesoría necesarias para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Oswaldo Fey Espinoza

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

AECI	Agencia Española de Cooperación Internacional
ASPO	<i>Association for the Study of Peak Oil and Gas</i> o Asociación para el Estudio del auge del Petróleo y del Gas
APALE	Asociación de Productores Alcohólicos del Ecuador
B10	Mezcla de 10% Biodiesel 90% Diesel
B100	Biodiesel puro
B2G	Biocombustibles de segunda generación
B5	Mezcla de 5% Biodiesel 95% Diesel
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BLS	Barriles
BPDC	Barriles por día calendario
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CER	Certificados de Emisiones de Carbono
CO	Oxido de Carbono
CO2	Dióxido de carbono
CONELC	Consejo Nacional de Electricidad
CPU	Unidad Central de Proceso
DDGS	Distillers Dried Grains with Solubles o Granos de Destilería y Solubles
E10	Mezcla de 10% Etanol 90% Gasolina
E100	Etanol Puro
E5	Mezcla de 5% Etanol 95% Gasolina
EIA	Electronics Industry Association, conocida ahora como Electronics Industry Alliance.
ELECGALAPAGOS	Empresa Eléctrica Provincial Galápagos
ERGAL	Energías Renovables para Galápagos
EROEI	<i>Energy Returned on Energy Invested</i> o Retorno de Energía Obtenida sobre la Energía Invertida
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEDEBIO	Asociación de Distribuidores de Combustibles, Federación Nacional de Biocombustibles
FFV	Flexi-Fuel Vehicle o Tecnología de los Vehículos con Opción Flexible de Combustibles
GEI	Gases de Efecto Invernadero

HA	Hectárea
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIAP	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
KG	Kilogramo
KOH	Hidróxido de Potasio
KWH	Kilovatio Hora
L	Litro
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
MAN	<i>Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg</i> Empresa Alemana en el sector de transporte
MCPEC	Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEC	Ministerio de Educación y Cultura
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
MIES	Ministerio de Inclusión Económica y Social
MIPRO	Ministerio de Industrias y Productividad
MSP	Ministerio de Salud Pública
MTBE	Metil Tert-Butil Éter
MW	Megavatio
NAOH	Hidróxido de Sodio
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONG	Organización No Gubernamental
PAE	Programa de Alimentación Escolar
PANN	Programa de Alimentación y Nutricional Nacional
PBIDA	Países de bajos ingresos y con déficit de alimentos
PC	Computadora Personal
PPP	Puntos por pulgada
PROECUADOR	Instituto de Promoción de Exportaciones
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
RPM	Sistema de Empaquetación de Software
SAE	Society of Automotive Engineers
SO	Monóxido de Azufre
TBN	Total Basic Number o Número de Neutralización
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
TIG	Tungsten Inert Gas, o Gas Inerte de Tungsteno
TM	Tonelada Métrica

TRE	Tasa de Retorno Energético
UE	Unión Europea
UNCE	Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador
USD	United States Dollars o Dólares Estadounidenses

RESUMEN

El presente trabajo de investigación empieza describiendo la situación actual existente en el Ecuador respecto de la instalación de una planta productora de biocombustible a base de aceite de piñón (*Jatropha Curcas*); plantea los objetivos de la investigación y la metodología para alcanzarlos.

Luego exhibe un marco teórico, conceptual y legal dentro del que se desenvuelve todo el tema a tratar.

A continuación, el proceso de producción de los biocombustibles, las materias primas para la elaboración del biodiesel, los requerimientos en cuanto a las características de la maquinaria y capacidad de producción de la planta.

El estudio de mercado, tanto para evaluar las alternativas en el mercado interno como externo, que nos permitirán conocer las preferencias y oportunidades del sector. Aquí mostramos los resultados de las encuestas realizadas y el análisis respectivo, que nos permitirán conocer la potencial demanda existente en el sector.

El estudio financiero permitirá conocer la viabilidad de la implementación de la propuesta del trabajo de investigación. Evaluando diferentes escenarios como la situación actual, seguido de un escenario optimista y otro pesimista para conocer cómo se comportarían las variables en distintas circunstancias a lo largo del tiempo.

Finalmente, mostramos las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación, y los anexos respectivos.

Palabras Claves: Piñón, *Jatropha Curcas*, Biocombustible, Biodiesel

ABSTRACT

The present research work starts by describing the existing current situation in Ecuador with regard with the installation of a producing plant of biofuel by means of oil of pine nuts kernel (*Jatropha Curcas*). It raises the targets of the investigation and the methodology to reach them.

Then it presents a theoretical, conceptual and legal frame inside which the whole topic is unrolled to treat.

Next, it presents the process of production of the biofuels, the raw materials for the making of the biodiesel, the requests as for the characteristics of the machinery and the production capacity of the plant.

The market research, so much to evaluate the alternatives on the internal market as externally, that will allow us to know the preferences and opportunities of the sector. Here we show the results of the realized surveys and the respective analysis, which will allow us to know the potential existing demand in the sector.

The financial study will allow to know the viability of implementation of the proposal of the research work. Evaluating different situations, like the current situation, follow by an optimistic scene and another pessimist to know as the variables would behave in different circumstances over the course of time.

Finally, we show the conclusions and recommendations of the research work, and the respective annexes.

Key Words: Biofuel, *Jatropha Curcas* Oil, Oil Market

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS	VII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INDICE DE CUADROS	XVI
INDICE DE TABLAS	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIX
INDICE DE ANEXOS	XX
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1. Introducción	1
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Sistematización del Problema	4
1.4. Delimitación del Problema	4
1.5. Justificación	4
1.6. Objetivos de la Investigación	5
1.6.1 Objetivo General	5
1.6.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO 2	6
MARCO CONCEPTUAL, NORMATIVO, Y METODOLÓGICO	6
2.1 Marco Conceptual	6
2.1.1 Fuentes de Energía	7
2.1.2 Definición de Combustible	8
2.1.3 Historia de los Combustibles Fósiles a nivel Mundial	8

2.1.4 Gases de Efecto Invernadero	11
2.1.5 Demanda de Petróleo	12
2.1.6 Definición de Biocombustible	14
2.1.7 Historia de los Biocombustibles a Nivel Mundial	17
2.1.8 Evolución del consumo de Biocombustibles en la Unión Europea	20
2.1.9 La Producción Mundial de Biocombustibles	22
2.1.10 La Seguridad Alimentaria	24
2.1.11 Prospectiva de los Biocombustibles a nivel mundial	28
2.2 Marco normativo de los biocombustibles en Ecuador	35
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador	36
2.2.2 Plan Nacional del Buen Vivir	39
2.2.3 Programa de Biocombustibles	41
2.2.4 Norma INEN de Biocombustible	41
2.3 Marco Metodológico	42
2.3.1 Planteamiento de la Hipótesis	45
CAPÍTULO 3	46
CASOS DE ELABORACIÓN DE BIODIESEL DE PIÑÓN	46
3.1 Casos de elaboración de biocombustible a base de piñón en el Ecuador	46
3.1.1 Caso proyecto de producción de aceite de piñón para el Plan Piloto de Generación Eléctrica de Galápagos	46
3.1.2 Caso Proyecto TermoPichincha y Fundación Ing. Agr. Juan José Castelló Zambrano	46
3.2 El biocombustible a base de piñón en América Latina y el Caribe	48
3.2.1 Países en los que se cultiva piñón	48
3.2.2 Casos de producción de biodiesel a base de piñón en el resto del mundo	50
3.3 Lecciones aprendidas de los casos presentados	54
3.3.1 Aspectos positivos	54
3.3.2 Aspectos neutrales	54
3.3.3 Dificultades encontradas	55

CAPÍTULO 4	57
LA PROPUESTA	57
4.1 Estudio organizacional	57
4.1.1 Constitución Jurídica	57
4.1.2 Clasificación de Compañías	57
4.1.3 Organigrama de la compañía	59
4.2 Proceso de producción de biocombustibles	61
4.2.1 Materias primas para la producción de biocombustibles	61
4.2.2 Potenciales Beneficios del Uso de Biocombustibles a base de Jatropha Curcas	63
4.2.3 Proceso de extracción de aceite de Jatropha Curcas o Piñón	63
4.2.4 Proceso de Elaboración de Biocombustibles o Biodiesel	66
4.2.5 Diseño de la Planta Procesadora de Biodiesel para este proyecto.	70
4.2.6 Proceso de Funcionamiento de una Central Termoeléctrica.	78
4.3 Estudio de mercado	81
4.3.1 Localización	81
4.3.2 Análisis de la Industria y las 5 Fuerzas de Porter	81
4.3.3 Listado de Factores Internos de la producción de Biodiesel a base de Piñón	84
4.3.4 Listado de Factores Externos de la producción de Biodiesel a base de Piñón	85
4.3.5 Análisis FODA para Biocombustibles elaborados con Piñón	86
4.3.6 Resumen del análisis de la Matriz FODA	87
4.3.7 Matriz de Riesgos de Biocombustibles	88
4.3.8 Estructura de la Matriz Energética del Ecuador	89
4.3.9 La Demanda de Biocombustibles en el Ecuador	91
4.3.10 Potenciales compradores	93
4.3.11 Precios	94
4.3.12 Segmentación de Mercado	95
4.3.13 Cadena de distribución de biodiesel	96

4.3.14 Población y Muestra	96
4.3.15 Resumen del Resultado de las Encuestas Realizadas	99
CAPÍTULO 5	106
ESTUDIO FINANCIERO	106
5.1 Proceso Pre-Operacional	106
5.1.1 Gastos Pre-Operacionales	108
5.2 Inversiones del Proyecto	108
5.3 Ventas, Costos y Gastos del Proyecto	110
5.3.2 Costos Directos e Insumos Directos	110
5.3.3 Mano de Obra Directa	111
5.3.4 Costos Indirectos	112
5.3.5 Gastos Generales	113
5.3.6 Costos No Desembolsables: Depreciaciones	114
5.4 Financiamiento	114
5.5. Tasa de Descuento del Proyecto	116
5.4.1 Tabla de Amortización del Crédito	117
5.5 Evaluación Financiera del Proyecto	118
5.5.1 Flujo de Caja	118
5.5.2 Indicadores Financieros	120
5.6 Análisis de Sensibilidad	120
5.6.1 Variables a Sensibilizar	120
5.6.2 Escenarios Propuestos	121
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	130
GLOSARIO	a
ANEXOS	h

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Clasificación de los Combustibles	7
Cuadro 2 Tipos de Combustibles	8
Cuadro 3 Clasificación de los Biocombustibles	14
Cuadro 4 Información como Compañía Anónima.....	58
Cuadro 5 Matriz FODA para Biocombustibles.....	86
Cuadro 6 Matriz de Riesgos de Biocombustibles elaborados con Jatropha Curcas (Piñón)	88
Cuadro 7 Estructura de Matriz Energética del Ecuador.....	90
Cuadro 8 Segmentación de Mercado de Biodiesel	95
Cuadro 9 Proyectos de Energía Renovable en el Ecuador	98
Cuadro 10 Listado de Países donde Ecuador tiene representación con Oficinas Comerciales.....	98
Cuadro 11 Demanda de Consumo Interno de Biocombustible del proyecto.....	99
Cuadro 12 Demanda de Consumo Externo de Biocombustible del proyecto	102
Cuadro 13 Cronograma de Proceso Pre-Operacional.....	106
Cuadro 14 Tasas de Interés Activas	115
Cuadro 15 Tasas de Interés Pasivas Referenciales.....	116

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz Energética Mundial Actual	10
Tabla 2 Consumo Total de Biocombustibles de la Unión Europea en 2013	21
Tabla 3 Capacidad de Producción de la Unión Europea en 2013 (TEP)	23
Tabla 4 Estimación del Pico de Producción Petrolera	30
Tabla 5 Países de América del Sur que cultivan Jatropha Curcas	48
Tabla 6 Países de América del Norte y Central que cultivan Jatropha Curcas	48
Tabla 7 Datos de superficie cultivada en países del Continente Americano	49
Tabla 8 Países de América del Sur fabricantes de biodiesel a partir de otros cultivos	49
Tabla 9 Países de América Central fabricantes de biodiesel a partir de otros cultivos	50
Tabla 10 Países de América del Norte fabricantes de biodiesel a partir de otros cultivos	50
Tabla 11 Clasificación de Compañías	57
Tabla 12 Listado de Accionistas y Capital Suscrito	58
Tabla 13 Rendimiento Comparativo del Piñón	63
Tabla 14 Detalle de la Capacidad de Producción	77
Tabla 15 Materia Prima para producir Aceite de Piñón	77
Tabla 16 Materia Prima para producir Biodiesel	77
Tabla 17 Producción Anual de Biodiesel y Glicerol en litros	78
Tabla 18 Matriz Energética del Ecuador	89
Tabla 19 Balance de Energía de la Región Insular de Galápagos	91
Tabla 20 Demanda Proyectada de Biodiesel	92
Tabla 21 Listado de potenciales compradores a nivel interno	93
Tabla 22 Listado de potenciales compradores a nivel externo	93
Tabla 23 Precio de Insumos	94
Tabla 24 Precio de Subproductos	94
Tabla 25 Precio Internacional de Biodiesel en USD por Galón	94
Tabla 26 Segmentación de Mercado de Subproductos	95
Tabla 27 Centrales Hidroeléctricas del Ecuador (Capital Público)	97
Tabla 28 Centrales Hidroeléctricas del Ecuador (Capital Privado)	97
Tabla 29 Centrales Termoeléctricas en el Ecuador	97
Tabla 30 Distribución de Ventas Proyectadas de Biodiesel	104
Tabla 31 Distribución de Ventas Proyectadas de Subproductos	105
Tabla 32 Gastos Pre-Operacionales	108
Tabla 33 Inversión en Activos Fijos	108

Tabla 34 Total Inversión	109
Tabla 35 Estimación de Ventas de Biocombustible.....	110
Tabla 36 Costos Directos.....	110
Tabla 37 Insumos Directos	111
Tabla 38 Mano de Obra Directa.....	111
Tabla 39 Costos Indirectos	112
Tabla 40 Gastos Generales	113
Tabla 41 Tasas de Depreciación.....	114
Tabla 42 Gasto de Depreciación de Activos Fijos	114
Tabla 43 Estructura de Capital.....	117
Tabla 44 Información del Crédito	117
Tabla 45 Tabla de Amortización del Crédito	117
Tabla 46 Flujo de Caja Proyectado	118
Tabla 47 Flujo de Caja del Inversionista	119
Tabla 48 Indicadores Financieros Proyecto Sin Deuda.....	120
Tabla 49 Indicadores Financieros Proyecto Con Deuda	120
Tabla 50 Resumen Indicadores (Proyecto Sin Deuda).....	121
Tabla 51 Punto de Equilibrio del Proyecto	122
Tabla 52 Resumen Indicadores (Proyecto Con Deuda)	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Consumo de la Unión Europea por Tipo de Biocombustible en 2013.....	22
Figura 2 Producción de Etanol por Países	23
Figura 3 Capacidad de Producción de Biodiesel de la Unión Europea en 2013.....	24
Figura 4 Evolución de los Yacimientos Petrolíferos (Millones de barriles).....	31
Figura 5 Organigrama de la Compañía OFEY CORP S.A.....	59
Figura 6 Proceso de Obtención de Aceite a base de Piñón	65
Figura 7 Flujograma de Proceso de Obtención de Aceite de Piñón y Subproductos...	65
Figura 8 El Proceso de Producción de Biodiesel.....	66
Figura 9 Proceso de elaboración de Biodiesel	69
Figura 10 Modelo: PL- 1000 Biodiesel Process Plants (Planta Procesadora de Biodiesel).....	74
Figura 11 BIO 400 M7.....	75
Figura 12 BIOHEAT 400 M7	76
Figura 13 BIOCLEAR M2.....	76
Figura 14 Proceso de generación de electricidad de una central termoeléctrica.....	79
Figura 15 Demanda Proyectada de Biodiesel	93
Figura 16 Cadena de distribución del Biodiesel	96
Figura 17 Comercialización de la Demanda Interna de Biocombustible	101
Figura 18 Comercialización de la Demanda Externa de Biocombustible.....	103

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Características del Motor Mitsubishi MAN V9 40/54	h
Anexo 2 Características de Planta BIO	i
Anexo 3 Información General	j
Anexo 4 Preguntas de la Encuesta	k
Anexo 5 Realización de encuestas	m
Anexo 6 Inferencia de los resultados de la Encuesta a la Población	u
Anexo 7 Conversión de Materia Prima para elaborar aceite de Piñón	w
Anexo 8 Cálculo de Conversión de Capacidad Instalada de la Planta	x
Anexo 9 Cálculo de Conversión de la Cantidad Demandada Anual	y
Anexo 10 Cálculo de Conversión de la Cantidad de Producción Anual	z
Anexo 11 Cálculo de Conversión del Precio de Biodiesel	aa
Anexo 12 Tasas	bb
Anexo 13 Visita realizada a Cultivo de Piñón	cc
Anexo 14 Visita realizada a Planta de Elaboración de Aceite de Piñón (INIAP)	ee
Anexo 15 Visita realizada de Laboratorio de Calidad (INIAP)	oo
Anexo 16 Tablas de Equivalencias y Factores de Conversión	rr
Anexo 17 Símbolos y Definiciones de Factores de Conversión	vv

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. Introducción

La protección del medio ambiente requiere una sustitución progresiva del uso de combustibles de origen fósil por biocombustibles, debiendo darse prioridad en la producción de aquellos cuya materia prima no afecta la seguridad alimentaria de los países a nivel mundial.

Afín a esta tendencia, la especie denominada *Jatropha Curcas* (piñón) es la materia prima esencial para la elaboración de aceite de piñón, de este aceite se obtiene biocombustible o biodiesel. El biodiesel se compone de los esteres etílicos o metílicos de ácidos grasos obtenidos a partir de aceites vegetales. El aceite vegetal de piñón se utiliza en estado puro, mezclado con combustible fósil o procesado como biodiesel.

¿Será factible entonces la instalación de una planta productora de biocombustible a base de piñón (*Jatropha curcas*) en la ciudad de Guayaquil, para abastecer el mercado interno y externo y contribuir a la disminución de emisiones de CO₂ en beneficio del medio ambiente?

Según datos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se estima cultivar hasta 200.000 hectáreas de piñón mediante una estrategia de cultivo escalonada año a año, principalmente en la provincia de Manabí. Teniendo el piñón (*Jatropha curcas*) un rendimiento desde 1,5 a 5 TM/Ha.

Este tema, de alta relevancia, lleva algunos años en estudios y discusión, por lo que se consideró importante realizar un breve recuento de los cambios que se han efectuado en el sector de energía y biocombustibles de nuestro país, que viabilizan las iniciativas de producción de biocombustible.

La primera iniciativa surgió en el año 2001 cuando se presentó la idea de establecer un Consejo Consultivo de Biocombustibles; posteriormente, mediante el Decreto Ejecutivo 1215, se propuso la mezcla de combustibles con aditivos como “el

etanol anhídrido a partir de materia prima renovable”, iniciativa que finalmente pudo llevarse a cabo a partir del año 2007.

Luego en el año 2004, mediante Decreto Ejecutivo 2332 la producción, comercialización y uso de biocombustibles fue proclamada de interés nacional.

En el 2006 se impulsó el “Programa de Formulación y Comercialización de Gasolina extra con Bioetanol Anhídrido” subdividido en dos etapas: el proyecto piloto de Guayaquil y la ampliación del proyecto a nivel nacional (con un incremento en la cuota del bioetanol) (Resolución 025-DIR- 2006).

Posteriormente, según R.O. 39 publicado el 2 de marzo del 2007, mediante el Decreto Ejecutivo 146., se creó el Consejo Nacional de Biocombustibles, cuyas facultades son definir políticas, aprobar planes, programas y proyectos relacionados con la gestión, industrialización y comercialización de los biocombustibles.

Seguidamente el 9 de julio de 2007 se constituye el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) que tiene la competencia para llevar a cabo el proyecto de desarrollo de biodiesel como parte del plan de “Cero combustibles fósiles para Galápagos.” La iniciativa de Cero Combustibles Fósiles para Galápagos, (ERGAL), sustituye el diésel con aceite vegetal en la isla Floreana, y utiliza el piñón cultivado en las provincias de Manabí y Guayas.

El Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC) desarrolló en el año 2007, el “Proyecto Piloto de Biocombustibles para Guayaquil”, además de realizar la formulación del marco legal, políticas y estrategias de promoción, producción y uso de biocombustibles. El Plan Piloto de Biocombustibles para Guayaquil, propone la producción y comercialización de etanol anhídrido obtenido a partir de la caña de azúcar, para mezclarlo en una proporción del 5% con la gasolina extra. Este proyecto debido a la falta de estudios de impacto ambiental y a la debida coordinación con otros organismos públicos como el Consejo Nacional de Biocombustibles, pudo llevarse a cabo a partir de enero de 2010.

Hay que destacar la participación en estos proyectos mencionados del Ministerio de Coordinación de la Producción, Competitividad y Comercialización en la que participan los Ministerios de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Ministerio de Ambiente, Ministerio de Electricidad y Energías Renovables

(MEER), Ministerio de Minas y Petróleos, Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), y Petrocomercial por parte del sector público; y, por parte del sector privado Asociación de Productores Alcohólicos del Ecuador (APALE), Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador (UNCE), la Asociación de Distribuidores de Combustibles y la Federación Nacional de Biocombustibles (FEDEBIO).

Es importante mencionar que los Planes Pilotos para la producción de biocombustible en el Ecuador utilizan las siguientes materias primas vegetales:

El Etanol anhidro e hidratado, que se produce a partir de caña de azúcar;

El Biodiesel, que se produce a partir de palma, piñón, higuera y colza y;

La Biomasa y el Biogás, que se producen a partir de residuos agrícolas, agroindustriales y pecuarios.

En base a estos antecedentes, podemos observar que existe una tendencia creciente a fomentar la producción de biocombustibles a base de materias primas vegetales, tanto en el plano legal y práctico, con el fin de sustituir el uso de combustibles fósiles que tienen un alto efecto contaminante, así como también permitir un óptimo aprovechamiento de la tierra, especialmente en varias zonas agrícolas de las provincias de Manabí y Guayas, en donde el cultivo de piñón a más de ser utilizado como cerca viva para grandes extensiones de otros cultivos, puede generar ingresos adicionales a pequeños y medianos agricultores, para su utilización en la producción de biocombustibles.

El presente trabajo de investigación plantea una nueva propuesta, cuyo objetivo será demostrar la factibilidad de realizar inversiones privadas para la producción de biocombustibles y de esta forma disminuir la contaminación del medio ambiente tanto en el Ecuador como en otros países donde se pueda exportar el producto, obteniendo beneficios financieros y ambientales al mismo tiempo.

Actualmente el principal proyecto del Estado para el uso de biocombustibles a base de *Jatropha curcas* (piñón) lo constituye el denominado “Cero combustibles fósiles para Galápagos”, lo cual genera una perspectiva favorable para la producción de biocombustible sobre la base de esta materia prima, ya que constituye una demanda garantizada que seguirá incrementando a medida que se amplíe el proyecto para la generación de energía eléctrica en todas las islas del archipiélago de

Galápagos, así como otros planes en etapas de desarrollo del Gobierno nacional que conforman la estrategia de transformación de la matriz productiva.

1.2 Formulación del Problema

El presente trabajo de investigación se dirige a responder la siguiente interrogante:

¿Es el Proyecto de Instalación de una Planta Productora de Biocombustible a base de Aceite de Piñón (*Jatropha Curcas*), rentable y sostenible para generar biocombustible en reemplazo de los combustibles fósiles en el mercado interno y externo?

1.3 Sistematización del Problema

1. ¿En cuánto contribuye el uso de fuentes de energía limpia y renovable, en complemento con el uso de los combustibles de origen fósil, al cambio de la matriz energética en el Ecuador?
2. ¿Cuál es el nicho de mercado para el biodiesel a base de aceite de piñón (*Jatropha curcas*) para el mercado interno y el mercado externo?
3. ¿Cuál es el retorno de la inversión del establecimiento de una planta productora de biocombustible a base de piñón en el cantón Guayaquil?

1.4 Delimitación del Problema

El presente proyecto se desarrollará durante el año 2016, a la altura del km 25 de la vía a la costa, en la parroquia de Chongón del cantón Guayaquil, provincia del Guayas; donde se ubicará la planta productora de biocombustible a base de piñón. Involucrará el estudio de las áreas de Administración, Producción y Financiera.

1.5 Justificación

El desarrollo del tema de este trabajo de investigación se lo realizó tomando como base la situación actual del Ecuador con respecto a la dependencia de combustibles fósiles.

Se consideró además los planes y objetivos de desarrollo de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), el marco legal existente para desarrollar en el país proyectos tendientes a reemplazar el uso de combustibles con combustibles realizados a base del aceite de productos como la caña de azúcar, el piñón, la higuera, la palma africana, etc.

Finalmente, se busca contribuir con esta iniciativa para ayudar a mitigar los efectos del cambio climático, reducción de los gases de efecto invernadero y aportar con un sistema de producción de energía más limpia, renovable y ecológica.

1.6. Objetivos de la Investigación

1.6.1 Objetivo General

Determinar la viabilidad económica-financiera de instalar una planta de elaboración de biocombustible a base de aceite de piñón (*Jatropha curcas*) en la ciudad de Guayaquil.

1.6.2 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos de esta investigación son:

1. Determinar si el uso de combustibles con fuentes de energía limpia y renovable, en complemento con el uso de los combustibles de origen fósil, contribuye al cambio de la matriz energética en el Ecuador.
2. Realizar un estudio de mercado para el biodiesel a base de aceite de piñón (*Jatropha curcas*) para el mercado interno y el mercado externo.
3. Determinar la viabilidad financiera del proyecto.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL, NORMATIVO, Y METODOLÓGICO

2.1 Marco Conceptual

Como principal elemento normativo para el desarrollo de este proyecto, está la Constitución de la República del Ecuador que dispone que el Estado promoverá en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, y por otra, que la soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho del agua.

De igual forma el desarrollo de este proyecto está alineado teóricamente con el Plan Nacional del Buen Vivir del periodo 2009-2013, cuyos objetivos y políticas en lo relacionado al incremento de la participación de las energías renovables en la producción nacional, impulsando *los proyectos de utilización de otras energías renovables: geotermia, biomasa, eólica y solar*; los que continuaron en el periodo 2014-2017 como lo demuestra: *el objetivo de garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global*; la política referente a *promover la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles como medida de prevención de la contaminación ambiental*. Con el fin de cumplir con estos objetivos y políticas el Estado está promoviendo el uso de biocombustibles principalmente para las Islas Galápagos, lo que genera un entorno favorable para la producción de los mismos por parte de entidades y empresas públicas y privadas.

Otro referente legal ha sido el Decreto Ejecutivo 1303 del 28 de septiembre del 2012, mediante el cual se declara de interés nacional el desarrollo de biocombustibles en el país como medio para el impulso del fomento agrícola, en el que además se dispone que la producción, el uso y el consumo de los biocombustibles responderá a una estrategia inclusiva de desarrollo rural, precautelando la soberanía alimentaria y sostenibilidad ambiental.

Luego, los diversos estudios y publicaciones realizados por entidades nacionales e internacionales, referentes a los altos efectos contaminantes que generan los combustibles fósiles, la protección del medio ambiente, la tendencia internacional a incrementar el uso de biocombustibles para disminuir las emisiones de

gases de efecto invernadero, con materias primas que no pongan en riesgo la seguridad alimentaria y, otros en los que se concluye que en el país existen buenas posibilidades de producir biocombustibles líquidos, para su uso principalmente en motores de combustión interna a base de diesel, han sido la base teórica y conceptual para el desarrollo del presente proyecto.

Finalmente, para una mejor comprensión del contenido del presente trabajo de investigación, se detallan a continuación los conceptos de los principales términos utilizados durante el desarrollo del mismo.

2.1.1 Fuentes de Energía

El hombre consume energía para realizar sus actividades diarias, la misma que se obtiene de diversas fuentes, es decir aquellos recursos o medios naturales capaces de producir algún tipo de energía. Así mismo, el mayor o menor grado de desarrollo de la sociedad está ligado a la capacidad energética. Las fuentes de energía se dividen en renovables y no renovables.

Las fuentes de Energía Renovables, son aquellas que utilizan un recurso natural cuya duración no depende del uso que se haga de ella. No se extinguen tras la conversión energética.

Las fuentes de Energía No Renovables, son aquellas que dependen de un recurso natural con existencia limitada, de forma que debido a su utilización actual pueden consumirse en un periodo de tiempo relativamente corto. Se extinguen al transformar su energía en energía útil.

Cuadro 1 Clasificación de los Combustibles

Fuentes de Energía	
Renovables	Energía Solar (Térmica y Fotovoltaica)
	Energía Eólica
	Energía Océanos (Olas y Mareomotriz)
	Hidráulica
	Biomasa
	Energía geotérmica
No Renovables	Combustibles fósiles (Carbón, Petróleo, Gas Natural)
	Nuclear (Uranio)

2.1.2 Definición de Combustible

Se denomina combustible a cualquier material que sea capaz de liberar energía cuando se quema o se oxida de forma violenta, con desprendimiento de calor de manera constante o progresiva, para luego cambiar o transformar su estructura química.

Cuadro 2 Tipos de Combustibles

Según su Estado Natural	Combustibles Naturales: Se encuentran en la naturaleza y antes de su utilización sólo se efectúan tratamientos mecánicos o físicos. Ej. Carbón, Gas Natural, Petróleo, Madera
	Combustibles Manufacturados: Obtenidos por tratamiento químico de los combustibles naturales. Ej. Gas de gasógeno, Coke, carbón vegetal.
Según su Estado de Agregación	Combustibles Sólidos: Carbón (Antracita, Hulla, Lignito, Turba), Coke, Madera.
	Combustibles Líquidos: Son una mezcla de una variedad infinita de moléculas que contienen básicamente hidrógeno y carbono. Son ampliamente conocidos con el nombre de combustibles fósiles o hidrocarburos. Ej. Gas Oil, Fuel Oil, Petróleo, Gasolinas, Biocombustibles.
	Combustibles Gaseosos: Poseen componentes combustibles como: Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Hidrocarburos Saturados, Hidrocarburos no Saturados, Oxígeno Comburente en pequeñas proporciones, Gases Inertes en pequeñas proporciones. Ej. Gas natural, Gases licuados de Petróleo, Gases manufacturados.

2.1.3 Historia de los Combustibles Fósiles a nivel Mundial

Una interminable cadena de inventos y descubrimientos científicos acaecidos desde el comienzo de la revolución industrial, la inalterable aparición de nuevos desarrollos tecnológicos y los continuos esfuerzos por suplir los mercados financieros y comerciales, han contemplado el crecimiento sin precedentes de la economía

internacional en los últimos doscientos años y en particular en la última mitad del siglo XX y comienzos del siglo XXI. En un mundo dominado por las desigualdades, al menos la porción de la población mundial hospedada en los países más avanzados disfruta de estándares de vida altos, que le permiten satisfacer sus necesidades básicas en materia de educación, salud y esparcimiento, al tiempo que disfrutaban de las aplicaciones tecnológicas más avanzadas.

Un elemento imprescindible en este proceso y, en realidad, un factor clave para hacerlo posible, ha sido la transformación de la matriz energética mundial. Al ritmo de los cambios tecnológicos, el surgimiento de nuevas y más baratas fuentes de energía o el redescubrimiento y reutilización de manera más eficiente de los combustibles tradicionales, permitieron el crecimiento y modernización de la economía internacional e hicieron posibles nuevos productos (como el automóvil) y servicios (la electricidad y el transporte aéreo) que cambiaron perceptiblemente el estilo de vida de la humanidad.

Durante el siglo XX la población mundial creció cuatro veces, pasando de 1.600 millones de personas a 6.600 millones en este siglo. Lo que ocasionó no solo un gigantesco crecimiento del consumo de energía, sino que las fuentes de provisión de la misma cambiaron trascendentalmente (Martrus, 2013).

A continuación, se presenta de forma cronológica los diversos cambios que han existido en la matriz energética mundial sobre el uso de combustibles fósiles hasta la utilización del Petróleo como la principal fuente de energía. (Martrus, 2013):

Siglo XIX: A inicios de este siglo, la población se calculaba en alrededor de mil millones de personas y sólo cerca de un 3% habitaba en la ciudad, siendo la principal fuente de energía la humana y la animal; además del uso de una matriz de energía renovable primitiva. (Martrus, 2013)

Siglo XX: En esta era, comienza el uso de los combustibles fósiles, especialmente el carbón, se desplaza el uso de la matriz de energías renovables. Para el año 1900 el consumo de carbón había logrado sustituir el uso de la madera y otras formas de biomasa tradicional en la matriz energética. (Martrus, 2013)

A partir de 1920, el carbón empezó a ser sustituido por el petróleo. En la década de 1950, fue duplicado el consumo de carbón, además el gas natural, es

considerado el “más limpio” de los combustibles fósiles y su consumo actual está principalmente destinado a la generación de energía eléctrica y calefacción de uso doméstico. Hacia el año 1970, el petróleo superó al carbón en el liderazgo como proveedor mundial de energía. Nuevas fuentes de provisión de gas natural fueron descubiertas por lo que para el año 2000 la producción en Rusia y otros países de la ex-Unión Soviética se ubicaban escasamente por debajo de los niveles de Estados Unidos, aportando cada grupo con un tercio del total. (Martrus, 2013)

Desde la década de 1942 hasta la actualidad, la tasa de crecimiento de la energía nuclear no ha aumentado significativamente, pese a tener como ventaja que no produce dióxido de carbono o gases de efecto invernadero, sin embargo; produce residuos radiactivos de uranio, y plutonio, muy peligrosos no sólo para el medio ambiente sino para la vida humana pudiendo ocasionar la muerte. (Martrus, 2013)

La dependencia mundial del petróleo se evidencia en su contribución a la matriz energética. Su mayor tasa de crecimiento se verifica entre los años 1965 y 1973, con un incremento anual promedio del 8%. A pesar de las crisis y los aumentos de precios de las décadas de los años 70 y 80, desde el año 1985 hasta ahora el mundo ha consumido más petróleo que en toda la historia anterior a esa fecha. El promedio de energía usada por un individuo de un país de la Organización para la Cooperación Económica Europea (OCDE) es 6 veces la que usa una persona en el resto del mundo. (Martrus, 2013)

La Tabla 1, muestra a la biomasa tradicional como principal contribuyente de la matriz energética fuera de los combustibles fósiles.

Tabla 1 Matriz Energética Mundial Actual

FUENTES DE ENERGÍA	
Combustible	Porcentaje
Petróleo	34,60%
Gas Natural	21,40%
Subtotal Petróleo y Gas	56,00%
Carbón	21,60%
Subtotal Combustibles Fósiles	77,60%
Biomasa Tradicional (Madera y Otros)	11,30%
Energía Nuclear	6,60%
Hidroeléctrica	2,30%

FUENTES DE ENERGÍA	
Combustible	Porcentaje
Nuevas Energías Renovables (Solar, Eólica, Biocombustibles, Otros)	2,20%
TOTAL	100%

Fuente: Banco Central de Argentina, 2013.

La biomasa es materia viviente relativamente reciente que puede ser quemada directamente para producir calor o energía, pero que también puede ser transformada en combustibles biológicos sólidos, líquidos o gaseosos. Una parte significativa de la población mundial, sobre todo en las regiones más pobres, satisface sus requerimientos de energía con estos productos que reúne en bosques o campos cercanos a sus asentamientos y que no se comercian en mercados formales, por lo que sus cantidades y verdadera contribución energética son difíciles de estimar. Se piensa que un tercio de la población mundial, unos 2.000 millones de personas, no tiene acceso a formas modernas de energía.

A pesar de su alto efecto contaminante, en la actualidad el petróleo es la principal fuente de energía a nivel mundial, pero no solo por la contaminación que provoca en el medio ambiente es que debemos empezar a disminuir nuestra dependencia como generador de energía, sino que también constituye un recurso no renovable cuyas estimaciones de stock que se detallan más adelante, hacen prever que en el largo plazo debe ser inevitablemente remplazado por fuentes renovables de energía, de preferencia aquellas que generen una menor emisión de gases contaminantes.

2.1.4 Gases de Efecto Invernadero

Los combustibles fósiles, también llamados hidrocarburos debido a que están compuestos principalmente por carbono e hidrógeno, producen en su combustión enormes cantidades de dióxido de carbono. Este representa la principal causa de la emisión de gases con *efecto invernadero* provocado por el hombre. La mayoría de los científicos están de acuerdo en que la emisión de estos gases está ocasionando un proceso de calentamiento global, aumentando la temperatura de la tierra y afectando el medioambiente.

El *efecto invernadero* en su forma natural ha existido por millones de años y es esencial para mantener la temperatura de la tierra en niveles que admitan la vida

humana, a un promedio de 15° C. Este efecto se produce cuando la atmósfera permite pasar la radiación solar, pero retiene parte de la radiación ultra-roja que la tierra emite, tal como los paneles de vidrio de un invernadero común permiten a las plantas en su interior recibir la luz solar como si estuvieran al aire libre, pero retienen el calor y elevan la temperatura interior para permitir el desarrollo de algunas especies.

El desarrollo del movimiento industrial y el consumo de combustibles fósiles han aumentado los niveles de la concentración atmosférica de dióxido de carbono y de meta. Además, se han acentuado considerablemente esas pequeñas cantidades de gases existentes en la atmósfera, incrementando su capacidad de retener rayos ultravioleta y aumentando el *efecto invernadero*, lo que podría elevar la temperatura de la superficie terrestre entre 1.4° C y 5.8° C y subir el nivel de los océanos medio metro en promedio.

Por consiguiente y para evitar los desastres ecológicos relacionados con estos fenómenos, parece obvia la necesidad de reducir la emisión de dióxido de carbono y de metano en la atmósfera, a través de la utilización de otros tipos de combustibles más amigables con el medio ambiente. Hay quienes piensan que el desarrollo moderno es posible debido a que la humanidad disfruta de un corto intervalo histórico de energía barata. Comparan para ello las edades de *piedra*, *bronce* o *acero* y las formas de energía que prevalecieron en la mayor parte de la historia humana (la fuerza física, ya sea esta animal o humana esclavizada; la combustión de madera; etc.) con la edad *industrial*, las capacidades energéticas actuales y los costos relativos de esas fuentes de energía.

El deterioro del medioambiente producido por las técnicas de producción modernas, las emisiones de carbono, el calentamiento global y el cambio climático, crean la necesidad de modificar las características de una nueva matriz energética, donde el petróleo abandone paulatinamente su lugar de predominante.

2.1.5 Demanda de Petróleo

El análisis de la demanda de petróleo nos permite conocer en cifras la alta dependencia mundial de este combustible fósil en la generación de energía para todo tipo de actividades, especialmente para el transporte y la industria; el cual, al ser un

recurso finito, su permanente uso tiene forzosamente que terminar en el agotamiento del mismo en el largo plazo.

Conforme algunas evaluaciones, indican que la demanda mundial de petróleo crecerá alrededor del 50% en los próximos 20 años, pasando de los 84 millones de barriles diarios en la actualidad a 126 millones de barriles diarios en el 2030. Se calcula, por ejemplo, que el actual parque automotor mundial, de 700 millones de vehículos, crecerá hasta alcanzar cerca de 1.100 millones de unidades en el año 2030 (Martrus, 2013). Sin embargo, los combustibles fósiles son un recurso limitado por lo que en algún momento terminará su stock. Es entonces en este momento, en que se hace imprescindible buscar fuentes de energía renovables que formen parte de la nueva matriz energética a nivel mundial, dentro de las cuales se encuentran los biocombustibles como una muy buena opción, que además tiene como característica la no emisión de dióxido de carbono, principal elemento contaminante del medio ambiente.

Si se considera que el consumo actual se sitúa en alrededor de los 30 billones de barriles de por año de acuerdo a los entendidos (y se asume este nivel de consumo como estable e inamovible) las predicciones siguientes dan un horizonte de declinación de la era del petróleo que culminaría entre el año 2066 (para las estimaciones más conservadoras de Hubbert¹, Campbell y Laherrere) y el año 2082 para las más optimistas (como la de la Agencia Internacional de Energía).

El agotamiento de las reservas de petróleo en el largo plazo, no puede paralizar el transporte, la industria, la generación de energía eléctrica, entre otros; por lo que todos los países, incluido el Ecuador, deben desde ahora comenzar a fomentar la producción de otras fuentes de energía ya sea a través de empresas públicas o privadas, de tal forma que se vaya ganando terreno a nivel tecnológico para contar con una producción suficiente de dichas fuentes de energía.

¹ King Hubbert, geofísico estadounidense, estableció que la producción mundial de petróleo sigue una curva en forma de campana que alcanza un pico en un momento dado, para descender progresivamente en los siguientes años

2.1.6 Definición de Biocombustible

Se denomina biocombustible a todo aquel combustible líquido producido a partir de una materia prima vegetal y cuyas características químicas resulten apropiadas para sustituir a la gasolina y al gasóleo².

2.1.6.1 Tipos de Biocombustibles

A continuación, se presenta en el Cuadro 3, la Clasificación de los Biocombustibles de acuerdo a su fuente de producción:

Cuadro 3 Clasificación de los Biocombustibles

Biodiesel: Está fabricado con base en aceites vegetales, como aceite de soja, palma, raps y maravilla (Aceite de Girasol) tanto nuevo como usado. También incorpora aceites animales, grasas animales y aceite de pescado.
Biodiesel de segunda generación: Está fabricado con base a la combustión de desechos de materia orgánica como madera, ramas, cortezas, basura reciclable y desechos agrícolas, ya sean frutas, verduras y tallos en mal estado y de aceite de <i>Jatropha Curcas</i> (piñón).
Bioetanol: Está fabricado con base al alcohol producto de la fermentación de azúcares, principalmente de la caña de azúcar y la remolacha. También se obtiene de cereales como el trigo, la cebada y el maíz, gracias al almidón que contienen.

Se describe a continuación el concepto y las características del Bioetanol y Biodiesel, como principales tipos de biocombustibles, sus distintas fuentes de fabricación y sus formas actuales de comercialización:

Bioetanol

El bioetanol es un alcohol etílico deshidratado elaborado a partir de algunas de las siguientes materias primas:

² El estándar de la Unión Europea 2003/30 incluye en la definición de biocarburantes a los combustibles gaseosos obtenidos a partir de biomasa. Es decir, al empleo de residuos biodegradables provenientes de la agricultura, silvicultura e industrias conexas para producir biogás.

- a) Cultivos ricos en azúcares: caña de azúcar y remolacha azucarera.
- b) Cereales con alto contenido en almidón: cebada, maíz y trigo.
- c) Alcohol vínico, procedente del proceso de elaboración en las bodegas.
- d) Material lignocelulósico contenido en la paja de cereales y gramíneas perennes, así como en los residuos forestales y agrícolas, procedentes estos dos últimos del mantenimiento de montes y de podas, respectivamente.

En el caso de los materiales lignocelulósicos, el proceso productivo se encuentra en fase de experimentación y desarrollo a fin de hacerlo rentable a nivel industrial, en tanto que están formados por diferentes sustancias (mayoritariamente celulosa, hemicelulosa y lignina) que provocan que el proceso de obtención de los azúcares para su transformación en bioetanol resulte más complejo que en el caso del almidón.

Precisamente los biocarburantes obtenidos a partir de biomasa lignocelulósica, denominados de "segunda generación", son los que logran una mayor explotación de la materia vegetal y, por tanto, una mayor eficiencia y un menor impacto medioambiental.

El bioetanol es un producto sustitutivo de la gasolina que se emplea en estado puro (E100), mezclado con ésta o como aditivo para el citado combustible a través de su transformación a etil terbutil éter (ETBE). Las mezclas que actualmente están disponibles en el mercado se sitúan en un rango de entre el 5% (E5) y el 85% (E85). Para aquellas mezclas cuya composición es superior a un 10% de bioetanol (E10), es necesario que los vehículos dispongan de un motor especialmente preparado. A este tipo de coches se les conoce con el nombre de "*flexible fuel vehicles*" (FFV) y admiten hasta un máximo del 85%. No obstante, hay que precisar que en Brasil se vienen comercializando desde principios de los años ochenta, coches cuyos motores funcionan exclusivamente con E100.

Asimismo, se encuentra en fase de demostración un nuevo tipo de biocombustible denominado E-diesel (15% bioetanol y 85% diesel), que desde el punto de vista técnico perfecciona las características de arranque en frío respecto al diesel convencional. Por lo que respecta a la capacidad productiva de los cultivos susceptibles de emplearse como materia prima, la caña de azúcar es la fuente energética más atractiva, no sólo por su alto rendimiento en alcohol (6.500 l/ha), sino

también porque, a diferencia de otras materias primas, no ha de someterse a un proceso de conversión previo al de fermentación y destilación (que consiste en transformar el almidón en azúcar). En resumen, las materias primas para la fabricación de bioetanol son de dos tipos:

- a) Las que contienen por sí mismas azúcar, tales como remolacha, sorgo dulce o caña de azúcar. El jugo que se obtiene de estas plantas es fermentado generándose bioetanol (alcohol etílico), y en una última fase se procede a su destilación. El producto resultante puede ser de dos tipos: Hidratado (contiene un determinado porcentaje de agua); o Deshidratado (no contiene apenas agua), conocido también con el nombre de "gasohol". Éste último es el que se emplea en mezclas con gasolina. Por otro lado, si al bioetanol se le añade una sustancia desnaturalizante se habla de "alcohol etílico desnaturalizado".

- b) Aquellas amiláceas (cebada, maíz y trigo) que, tras someterlas a molienda, liberan el almidón del resto de componentes del grano, obteniéndose después una solución azucarada mediante un proceso enzimático. Ésta se fermenta, generándose bioetanol, que por último es destilado.

Biodiesel

Técnicamente, se le denomina éster metílico de ácidos grasos y se obtiene a partir de grasas animales, así como de aceites vegetales usados de fritura o puros, siendo esta última forma la predominante dada su mayor disponibilidad en el mercado. En este caso procede de semillas oleaginosas, concentrándose la actividad industrial en los siguientes cultivos: colza, girasol, palma y soja. Hay que precisar, sin embargo, que en los países situados en latitudes medias y altas el aceite de palma no puede ser empleado directamente como biocombustible entre el invierno y la primavera, ya que se solidifica a bajas temperaturas, por lo que es necesario mezclarlo con los de colza, girasol o soja.

El biodiesel es un sustitutivo total o parcial del gasóleo y puede emplearse tanto en los motores diesel como para su combustión en calderas. Está disponible en el mercado sin ser añadido al gasóleo convencional (B100), o en mezclas que van del 5% (B5) hasta el 30% (B30). Asimismo, lo pueden utilizar todos aquellos vehículos fabricados desde mediados de los años noventa. En cuanto al rendimiento productivo de los cultivos oleaginosos, el mayor potencial, y con diferencia, lo ofrece la palma

aceitera (5.950 litros/ha), situándose posteriormente la *Jatropha* (Piñón), la colza, el girasol y la soja. De entre ellos, la *Jatropha curcas* o Piñón presenta varias ventajas:

- a) Se trata de una planta oleaginosa de porte arbustivo, con una altura media de dos a tres metros, y cuyas semillas son tóxicas. Es decir, el aceite extraído de las mismas no es comestible, por lo que la materia prima no compite con otras destinadas a consumo humano y animal, no estando tampoco directamente determinado su precio por la evolución de la demanda en el canal alimentario.
- b) Se adapta muy bien en tierras poco fértiles, siendo capaz de soportar más de ocho meses de sequía al año con temperaturas que rondan los 40° C. Y lo que aún es más interesante: tiene la capacidad de regenerarse en suelos erosionados.
- c) Su ciclo medio productivo se extiende entre 45 y 50 años. Las primeras semillas para extraer aceite se obtienen transcurridos tan sólo ocho meses desde su siembra. Aunque en ese momento su nivel productivo se encuentra todavía mermado, en los siguientes cuatro o cinco años se incrementa progresivamente, quedando su rendimiento estabilizado a partir de entonces.
- d) Representa una oportunidad para países en desarrollo que disponen de tierras marginales inservibles o en riesgo de desertificación, fomentado así la creación de puestos de trabajo y el incremento de la renta agraria de los agricultores con escasos recursos.

Para producir biodiesel se utilizan preferentemente aceites vegetales nuevos obtenidos a partir del prensado de semillas oleaginosas. El líquido viscoso resultante es refinado, y a través de la transesterificación³ se obtiene biodiesel. Finalmente, éste se somete a una fase final de lavado con objeto de eliminar posibles impurezas.

2.1.7 Historia de los Biocombustibles a Nivel Mundial

El uso de biocombustibles para el transporte y la industria no es un tema reciente, desde los inicios de la industria automovilística se consideró el

³ La transesterificación consiste en combinar metanol e hidróxido de sodio y mezclar el compuesto obtenido (metóxido de sodio) con el aceite vegetal a una determinada temperatura.

funcionamiento de los motores a base de biocombustibles, pero con el descubrimiento del petróleo se optó por cambiar la fuente de energía para la combustión de los motores; así mismo los países europeos han sido los pioneros en fomentar el uso de biocombustibles para disminuir la utilización de combustibles fósiles y a reducir la emisión de dióxido de carbono principal contaminante del medio ambiente, siendo Brasil en el continente Americano, el país que más ha desarrollado la producción de biocombustibles y su legislación para el uso gradual del mismo en combinación con los combustibles a base de petróleo.

A continuación, se expone una breve cronología con la que se describe como ha sido el desarrollo a nivel mundial de los biocombustibles:

1893: El uso de los biocombustibles se remonta a 1893, cuando el ingeniero alemán *Rudolph Diesel* patentó el primer motor de combustión que usaba aceite de cacahuete, motor que presentó en la Exposición Internacional de París en el año 1900.

1908: Por su parte, *Henry Ford*, mantenía un proyecto análogo al de Diesel. De hecho, el primer automóvil fabricado por el empresario estadounidense, el Modelo T, funcionaba con bioetanol.

1920: Alemania y Francia promulgaron leyes que obligaban a mezclar etanol con gasolina para utilizarlo en el transporte.

1925: Brasil realiza las primeras pruebas de etanol como combustible para automotores. En 1931 el gobierno de Brasil, estableció un decreto que obligaba a la mezcla del 5% de etanol con nafta importada.

1940: Debido a la Segunda Guerra Mundial, los países europeos mezclaron la gasolina con etanol para extender las reservas. La Alemania nazi también mezcló los combustibles sintéticos con etanol.

1945: Con el fin de la Segunda Guerra Mundial y la baja de los precios del petróleo, el etanol dejó de utilizarse con los combustibles fósiles.

1950: A partir de este año Sudáfrica produjo etanol de manera sintética. La empresa sudafricana *Sasol* (Suid-Afrikaanse Steenkool en Olie Ltd., en africano)

desarrolló esta tecnología en 1955, y es pionera en la producción de combustibles sintéticos o *synfuels*.

1973: A raíz de la Guerra del *Yom Kippur* entre árabes e israelíes, se dio la primera crisis energética internacional, provocó el crecimiento acelerado del precio del petróleo, por lo que el encarecimiento del petróleo, volvió nuevamente válida la alternativa de los biocombustibles.

1975: El gobierno de Brasil organizó el Programa Nacional del Alcohol (Proalcool) siendo uno de sus principales fines introducir al mercado brasileño la mezcla combustible de gasolina con alcohol.

1997: Se instauró el Protocolo de Kioto, donde 37 países industrializados y la Unión Europea, se comprometieron a estabilizar las emisiones de los gases de efecto invernadero, mediante acciones y normas específicas. Un resultado de este protocolo ha sido la creación del mercado de emisión de bonos de carbono.

2004: En Brasil, se instauró el Programa Nacional de Biodiesel para fomentar la producción de biodiesel y facilitar su introducción al mercado interno.

2005: El congreso de Brasil emitió una ley que establece las mezclas mínimas de biodiesel con diesel fósil, para escalar la introducción del biodiesel al mercado energético.

2007: En Estados Unidos entró en vigencia una ley que estipula los porcentajes mínimos de mezcla de combustibles fósiles con biocombustibles.

Como se puede observar, las principales potencias del mundo tales como Alemania, Francia, Estados Unidos y Brasil, por la importancia que tienen sus industrias a nivel mundial, también tienen un gran compromiso con la protección del medio ambiente, por lo que desde hace varias décadas han venido fomentando la producción y el uso de biocombustibles en combinación con los combustibles fósiles con el fin de reducir la emisión de gases con efecto invernadero, siendo esta una tendencia mundial de la cual el Ecuador no puede estar exento, por lo que hay una expectativa favorable para la instalación con capital privado, de nuevas plantas productoras de biocombustibles.

Finalmente, la siguiente cita resume los motivos por los que es importante el fomento del uso de biocombustibles en el presente siglo:

Los biocombustibles, aunque no son la solución a los problemas energéticos, económicos y ambientales, son un medio por el cual se puede llevar a cabo la transición energética de una economía sustentada en los combustibles fósiles a una economía mundial basada en fuentes renovables de energía, entre ellas el hidrógeno. Este es el siglo donde debe dejar de quemarse al petróleo, pues es un bien de alto valor industrial, ya que de él se producen plásticos, medicinas, aditivos alimenticios, colorantes, detergentes, lubricantes, y otras sustancias importantes. En este siglo debe impulsarse una economía de los biocombustibles no provenientes de recursos alimenticios ni de algunos otros recursos que impacten a la sustentación humana ni al medio ambiente. (Alvarez Maciel, 2009)

2.1.8 Evolución del consumo de Biocombustibles en la Unión Europea

El Centro Europeo de Empresas Innovadoras indica, que el incremento del consumo de biocombustibles en Europa ha sido espectacular desde el año 2000, ya que ha pasado de 672.000 toneladas a 12,09 millones de toneladas en el año 2009 por ejemplo. En 2009, el biocombustible consumido representa tan sólo el 4% del consumo total estimado en 300 millones de toneladas de carburantes. (Centro Europeo de Empresas Innovadoras, 2012)

Alemania, Francia, Italia, España y Reino Unido son los países que han tenido un mayor consumo de biocombustibles, tanto en el año 2009 como en el 2013. Alemania es el líder europeo en consumo de biocombustibles, con 2.894.000 y 2.768.334 toneladas en los años 2009 y 2013 respectivamente. (Centro Europeo de Empresas Innovadoras, 2012)

Francia, tiene un consumo de 2.511.000 toneladas en el año 2009, creciendo un 10,4% sobre el año anterior, en el año 2013 ese consumo es de 2.686.865 toneladas. El desarrollo de este tipo de combustibles se ha visto favorecido por medidas legales que gravan los de origen fósil e introduce exenciones fiscales para aquellos de procedencia renovable. Italia es el tercer país por volumen de consumo de biocarburantes, con 1.167.000 toneladas en 2009, un 62,9% más que en el 2008, en el 2013 el consumo fue de 1.225.409 toneladas. (Centro Europeo de Empresas Innovadoras, 2012)

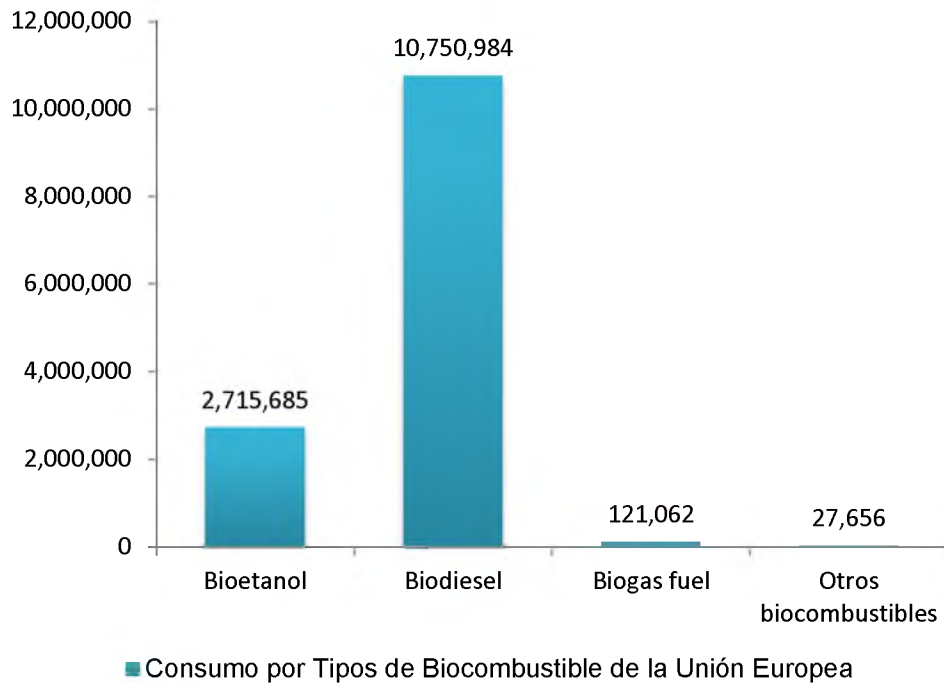
España, en el año 2009 tiene un consumo de 1.046.000 toneladas, en el 2013 tiene un consumo de 996.735 toneladas. Reino Unido representa el 8,1%, con 981.000 toneladas en 2009, registrando en el año 2013 un consumo de 1.014.546 toneladas. (Centro Europeo de Empresas Innovadoras, 2012)

Tabla 2 Consumo Total de Biocombustibles de la Unión Europea en 2013 (TEP)

País	Bioetanol	Biodiesel	Biogas fuel	Otros biocombustibles	Consumo Total
Alemania	777 730	1 954 811	34 909	884	2 768 334
Francia	393 541	2 293 324	0	0	2 686 865
Italia	56 234	1 169 175	0	0	1 225 409
Reino Unido	410 791	603 755	0	0	1 014 546
España	180 274	816 461	0	0	996 735
Polonia	170 249	744 101	0	0	914 350
Suecia	181 276	535 760	85 223	0	802 258
Austria	55 259	425 112	0	0	480 372
Bélgica	49 011	282 794	0	0	331 450
Holanda	125 108	194 421	0	0	319 528
Dinamarca	0	297 365	0	0	297 365
Portugal	4 725	273 582	0	0	278 307
Republica Checa	51 765	221 007	0	0	272 772
Finlandia	93 508	118 420	930	0	212 858
Rumania	36 885	159 413	0	10 059	206 356
Grecia	0	138 746	0	0	138 746
Eslovaquia	55 872	79 570	0	0	135 442
Hungría	23 723	66 457	0	16 526	106 705
Irlanda	29 095	73 119	0	51	102 265
Bulgaria	0	85 899	0	0	85 899
Lituania	6 796	51 907	0	0	58 675
Eslovenia	5 589	51 353	0	0	56 942
Luxemburgo	647	52 721	0	137	53 504
Croacia	1 184	29 016	0	0	30 200
Latvia	6 449	12 372	0	0	18 821
Chipre	0	15 907	0	0	15 907
Malta	0	4 419	0	0	4 419
Estonia	0	0	0	0	0
TOTAL	2 715 685	10 750 984	121 062	27 656	13 615 387

Fuente: EUROSERVER, 2014

Figura 1 Consumo de la Unión Europea por Tipo de Biocombustible en 2013



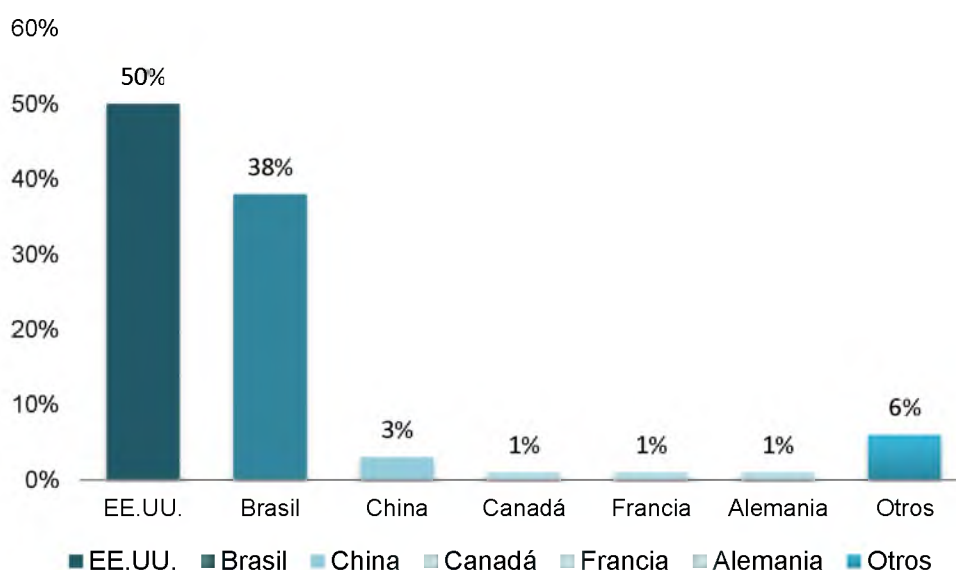
Fuente: EUROSERVER, 2014

2.1.9 La Producción Mundial de Biocombustibles

El mercado mundial de bioetanol está dominado por dos países -EEUU y Brasil-, que acapararon en el año 2007 una cuota de mercado en términos de producción del 88,6%. Hasta el año 2005 el primer productor mundial había sido Brasil, que desde entonces ha cedido el liderazgo a EE.UU. Este relevo ha sido debido al continuo aumento de la capacidad productiva mediante la apertura de nuevas plantas y, en menor medida, a la ampliación de algunas de las ya existentes en el país norteamericano. Del mismo modo, ha de tenerse en cuenta un tercer elemento relativo a los incentivos fiscales que los operadores reciben por comercializar el citado biocarburante.

En la Figura 2, se puede apreciar la distribución porcentual del mercado productor de bioetanol a nivel mundial.

Figura 2 Producción de Etanol por Países



Fuente: Electronics Industries Alliance (EIA), 2009

De acuerdo con Electronics Industries Alliance (EIA), en el año 2009 los EE.UU. lidera la producción de Etanol, seguido de Brasil, estos dos países en conjunto suman un 88% de participación, luego están China, Canadá, Francia y Alemania que en conjunto hacen el 6%, el 6% restante son otros países a nivel mundial.

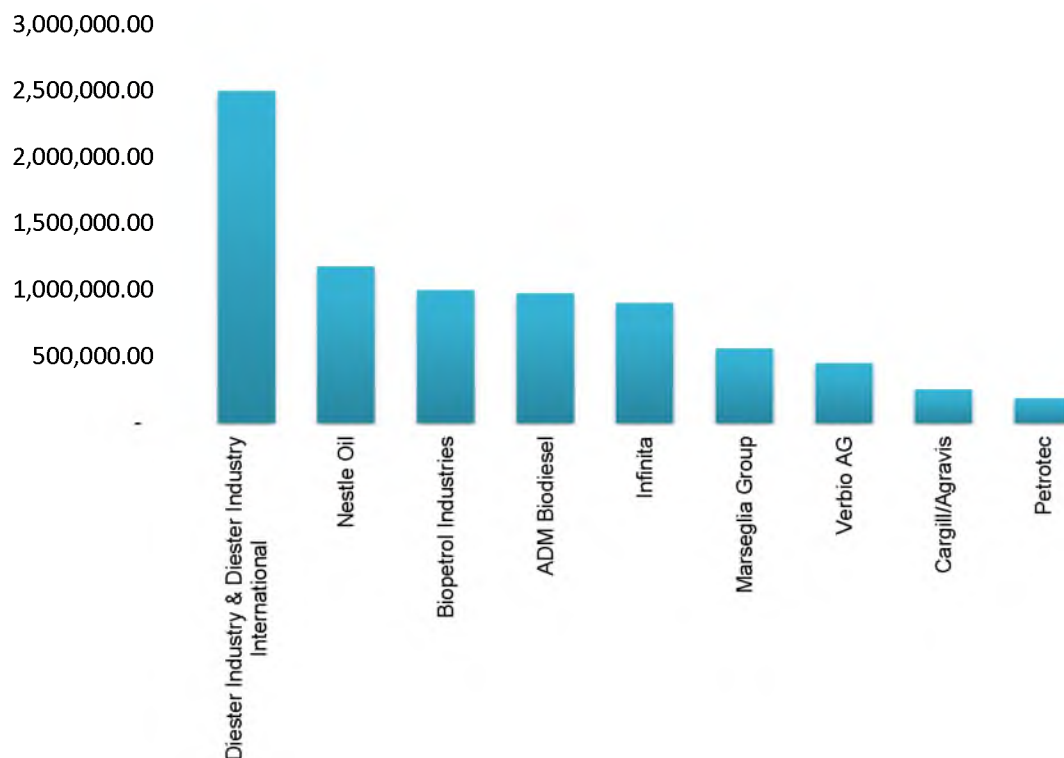
En cuanto al biodiesel, alrededor de un 75% de la producción mundial se concentra en la Unión Europea. EEUU ocupa la segunda posición, con una cuota que ronda el 15%. En el ámbito comunitario, el mayor productor es Alemania, seguido de Francia, Finlandia e Italia. Estos dos países acaparan más de la mitad del total producido en Europa.

Tabla 3 Capacidad de Producción de la Unión Europea en 2013 (TEP)

Compañía	País	Capacidad de Producción
Diester Industry & Diester Industry International	Francia	2 500 000
Nestle Oil	Finlandia	1 180 000
Biopetrol Industries	Suiza	1 000 000
ADM Biodiesel	Alemania	975 000
Infinita	España	900 000
Marseglia Group	Italia	560 000
Verbio AG	Alemania	450 000
Cargill/Agravis	Alemania	250 000
Petrotec	Alemania	185 000

Fuente: EUROSERVER, 2014

Figura 3 Capacidad de Producción de Biodiesel de la Unión Europea en 2013



Fuente: EUROSERVER, 2014

2.1.10 La Seguridad Alimentaria

La producción de Biocombustible evita la generación de dióxido de carbono, un elemento altamente contaminante del medio ambiente y por consiguiente asegura un ambiente más limpio para la humanidad, pero crea una paradoja en relación a los efectos adversos sobre la seguridad alimentaria a nivel mundial. Se puede concluir fácilmente que la utilización en grandes proporciones de cultivos de caña de azúcar, maíz, trigo, palma africana, entre otros, para la producción de biocombustibles, podría generar problemas con la producción de alimentos necesarios para el consumo humano, considerando que no hay materias primas alternativas para la elaboración de productos tales como azúcar y aceite vegetal, además que la utilización de tierras agrícolas para la siembra de productos utilizados en la fabricación de biocombustibles, podría desplazar el cultivo de otros productos necesarios para la alimentación humana.

Según la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social y económico) a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa.

Si bien hasta ahora no se ha demostrado que la producción de biocombustibles haya puesto en riesgo la seguridad alimentaria a nivel mundial, es importante tomar en cuenta que los biocombustibles solo cubren el 4% de la demanda de combustibles, por lo que a medida que se vaya incrementando la producción de los mismos, este se constituiría en un limitante de su crecimiento.

2.1.10.1 Factores que afectan la Seguridad Alimentaria

Existen sectores que han considerado la producción de biocombustibles como uno de los principales causantes de la tendencia al alza que han registrado el precio de los cereales y otros commodities agroalimentarios en los últimos tiempos. Sin embargo, las cotizaciones de las principales materias primas agrícolas han mostrado un retroceso a partir de la segunda mitad del 2008, al tiempo que ha continuado creciendo la producción mundial de biocarburantes, lo que constituye un claro indicio de la reducida influencia que ha ejercido ésta en la evolución de dichos precios.

El Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO organizó en Roma la Conferencia sobre la Seguridad Alimentaria Mundial, donde se mencionan y analizan los factores subyacentes del incremento del precio de las principales commodities o materias primas agroalimentarias (cereales y aceites). (Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, 2012)

Siendo las principales: déficit de producción de cereales relacionados con condiciones climatológicas adversas; reducción gradual del nivel de reservas, particularmente en lo que respecta a este último grupo de cultivos; incremento de los costes de inputs básicos (fertilizantes y derivados del petróleo); depreciación y debilidad del dólar estadounidense frente a diferentes divisas; surgimiento de una nueva fuente de demanda para determinados productos agrícolas destinados a la producción de biocombustibles, actividad especulativa, prohibiciones a la exportación,

disminución de las reservas de granos y aumento de la actividad mundial en el sector de los biocombustibles. (Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, 2012)

A continuación, un análisis más detallado:

1. Reducción de los stocks como consecuencia de una demanda sostenida y un exiguo crecimiento de la producción; hecho éste último que ha estado condicionado, en buena medida, por un descenso de la productividad de los cereales en los países desarrollados.
2. Otro factor a tener en cuenta son las condiciones climatológicas adversas. Desastres naturales que afectan los cultivos y la producción alimenticia.
3. Algunos países han adoptado medidas para restringir la venta de cereales y garantizar su suministro interno, ante el temor de un escenario de desabastecimiento:
 - a. Prohibiciones de exportación: India, Serbia y Ucrania vedaron las exportaciones de trigo. En lo que respecta al arroz, India, el tercer mayor exportador mundial, suprimió las ventas externas, al igual que Camboya, Egipto, Indonesia y Vietnam.
 - b. Restricciones a la exportación: Argentina y Ucrania restringieron el volumen de trigo a exportar.
 - c. Imposición y aumento de impuestos a la exportación. Argentina los incrementó al maíz y al trigo. Por su parte, Rusia y Kazajistán implantaron esta misma medida para el trigo.
 - d. No debe olvidarse tampoco el descenso de la producción comunitaria de maíz en 2007, motivada en buena medida por las malas cosechas de los países del Sureste de Europa como Bulgaria, Hungría, Rumania o Serbia; además, en un contexto caracterizado por caídas consecutivas de la producción comunitaria durante el trienio 2005-2007.
4. La producción de biocombustibles a partir de cereales representa otro factor, especialmente en un escenario de presión a la baja de los rendimientos

productivos, como la acontecida en los países desarrollados durante el bienio 2005-2006, lo que ha terminado afectando negativamente a los stocks.

5. A principios de 2008 algunos países importadores redujeron o disminuyeron los aranceles a la importación, ante el incremento desmesurado de los precios de los productos agroalimentarios. Entre ellos cabe destacar la Unión Europea que, además de interrumpir temporalmente los gravámenes aduaneros para los cereales, ha suprimido el régimen de retirada de tierras que obliga a los agricultores a mantener un 10% de su área de cultivo sin sembrar; actuaciones que se han visto complementadas con la eliminación de las restituciones a la exportación.
6. La depreciación del dólar respecto a algunas monedas como el euro ha permitido reducir el costo de las importaciones, presionado al alza la demanda y, por tanto, los precios.
7. Otras causas como el incremento del costo de transporte y, por tanto, de los fletes marítimos, como consecuencia principalmente de la escalada del precio del petróleo.
8. El encarecimiento de los costos de producción agrícolas, en especial de los fertilizantes, así como de las tareas mecanizadas cuyos equipos requieren consumir derivados del petróleo.
9. La existencia de cultivos transgénicos, realizados teniendo en cuenta los avances tecnológicos para lograr la supresión de ciertos genes como la inserción de otros genes para darle a la producción valor agronómico, ambiental y energético. De esta manera se pueden modificar los cultivos de plantas oleaginosas, el azúcar proveniente de la caña, modificación del maíz, sorgo, pasto aguja, y arroz; así como también para favorecer algunas limitaciones biológicas de las algas y cianobacterias como materia prima para biodiesel.

En vista de todo lo anteriormente expuesto, no es cierta la idea generalizada de que el desarrollo del sector agro energético ha sido la causa principal del incremento del precio de las materias primas agroalimentarias. Como se ha expuesto, existen otros factores que inciden en dichas fuentes alimentarias.

Es importante destacar, que el cultivo de piñón para obtener biodiesel, no es un cultivo alimenticio, por lo general se da en áreas secas o tierras no aptas para cultivos alimenticios, la mayoría de las veces el piñón es utilizado en los cultivos como cercas vivas para impedir el ingreso de otros animales; por lo tanto, en esa parte no incidiría en el tema alimentario; ni en el incremento de los precios de otros productos alimenticios cuya producción al ser destinada para la elaboración de biocombustibles, fomenta la escasez, especulación y por ende el aumento en los precios.

2.1.11 Prospectiva de los Biocombustibles a nivel mundial

Respecto de la prospectiva de los biocombustibles a nivel mundial, a partir de esta década en adelante nos permitimos citar este estudio realizado por la (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013) del Ministerio de Minas y Energía de Colombia, cuyos aspectos más importantes sobre el futuro de los combustibles fósiles y los biocombustibles se detallan a continuación:

1. Crecimiento del Consumo Energético

El crecimiento del consumo energético de acuerdo con (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013) ha sido constante desde el año 2000, sin embargo, empezó a caer en el 2009, producto de la inestabilidad económica de precios de energía con alta volatilidad, que afectaron los mercados mundiales. No obstante, ha tenido tasas de crecimiento positivas cercanas a los 5,6%, 2,4% y 2,1%, para 2010, 2011 y 2012, respectivamente. En 2012, se presenta una disminución en la tasa de crecimiento por una mayor respuesta a los altos precios de los energéticos fósiles que motivaron tasas inferiores a la media mundial.

El consumo de energía en 2012 ascendió a 12.477 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP), con un incremento de 2,1% respecto al 2011, representando 251 millones de TEP adicionales y un crecimiento medio anual de 2,4% en los últimos 12 años. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

Una parte del consumo de energía en el año 2011 y 2012 fue completado por energías provenientes de fuentes renovables, cuya participación fue de 8,2% en el año 2011, 8,6% en 2012, aun cuando representa una pequeña porción de la energía total consumida.

Uno de los factores de crecimiento de consumo energético hace referencia al aumento de la población que incide de forma directa como indirecta en el tamaño y composición de la demanda energética y el efecto sobre el crecimiento económico y el desarrollo. En los escenarios de consumo energético de Electronics Industry Alliance (IEA) se proyecta un crecimiento estimado hasta 8,600 millones en 2035, lo que significa cerca de 1,7 millones de nuevos consumidores de energía.

Otro factor es el crecimiento de economías emergentes, que ha traído grandes cambios económicos, que afectan a la canasta energética siendo el petróleo la principal fuente de abastecimiento de energía para el consumo del mundo.

Finalmente, Electronics Industry Alliance (IEA) señala que las estimaciones de la demanda mundial de energía están sujetas a una gran incertidumbre y los mercados de energía son difíciles de predecir, en parte debido a que los diversos factores que lo influyen siguen sendas normalmente distintas a las proyectadas.

2. El Pico del Petróleo

Es importante revisar en este contexto la teoría del Pico del Petróleo de *M. King. Hubbert*⁴, quien, ya en 1949, predijo que la era del petróleo sería muy breve en términos históricos debido a la disponibilidad de reservas de crudo y la tasa de consumo.

Esta teoría fue analizada por el ingeniero holandés *Hans Zandvillet*, en su publicación “El pico de petróleo y el destino de la humanidad” (2011), donde refiere que no es el agotamiento de la producción de petróleo, sino al alcance de la capacidad máxima de producción pues una vez se llegue a este pico máximo, la producción empezará a declinar paulatinamente anualmente hasta casi cero hasta finales de este siglo.

Para verificar la hipótesis de *Hubbert*, una creciente comunidad de científicos ha tratado de calcular cuándo se alcanzará el pico en la producción de petróleo mundial y cuántas reservas quedarán por utilizarse en ese momento, con la finalidad última de evaluar cuánto tiempo queda para utilizar una matriz energética dominada por los hidrocarburos. Los resultados de dichas estimaciones se pueden observar en

⁴ King Hubbert, geofísico estadounidense, estableció que la producción mundial de petróleo sigue una curva en forma de campana que alcanza un pico en un momento dado, para descender progresivamente en los siguientes años.

la Tabla 3, no habiéndose encontrado algún otro estudio actualizado sobre la estimación de los picos de producción petrolera.

Tabla 4 Estimación del Pico de Producción Petrolera

Estimador /Año	Año Estimado del Pico de Producción	Barriles por Consumir (Billones)
Hubbert (1997)	1996	2.000
Campbell y Laherrere (1981)	2005	1.800
Ivanhoe (1997)	2010	2.000
Agencia Internacional de Energía (1998)	2014	2.300
Laherrere (2000)	2005	2.000
Deffeyes (2001)	2003-2008	2.000
Smith (2002)	2011-2016	2.200

Fuente: Banco Central de Argentina, 2013.

Si se considera que el consumo actual se sitúa alrededor de los 30 billones de barriles de petróleo por año; de acuerdo a los entendidos, las predicciones dan un horizonte de declinación de la era del petróleo que culminaría entre el año 2066 (para las estimaciones más conservadoras de Hubbert, Campbell y Laherrere) y el año 2082 para las más optimistas como la de la Alianza Internacional de Energía.

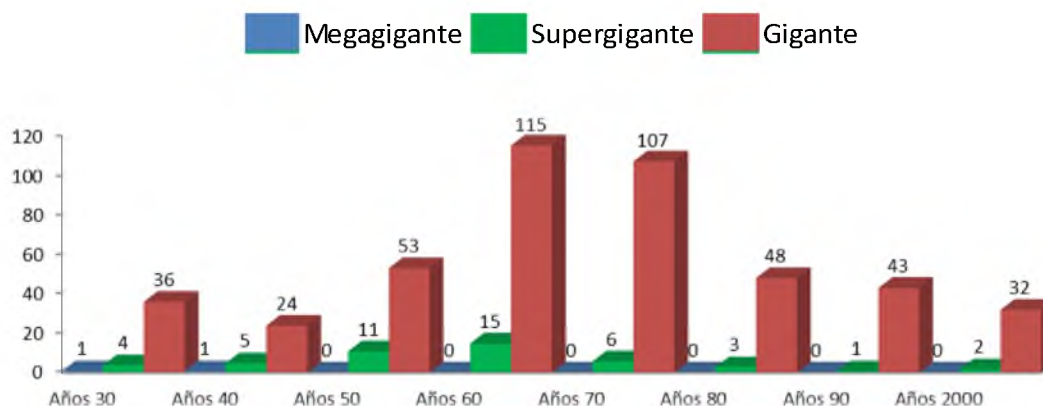
A raíz del análisis del denominado Pico *del Petróleo* se creó la Organización para el Estudio del Cenit del Petróleo y el Gas, (ASPO por sus siglas en inglés). Los análisis de ASPO permiten considerar que existen fuertes evidencias de que estamos cerca de ese pico de petróleo. Según consta en Unidad de Planeación Minero Energética los expertos refieren que la ocurrencia del *Pico del Petróleo* se dio en el año 2010, otros indican que ocurriría en el 2020, sin embargo, se asegura que al menos 580 de los más grandes yacimientos petroleros ya han entrado en declive de producción con un descenso del 6,7% anual. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

Si la producción de petróleo disminuye progresivamente en el transcurso de los siguientes años, podría no haber suficiente energía para hacer crecer la economía, lo que podría originar una crisis económica permanente especialmente para los países más dependientes de los combustibles fósiles.

Si consideramos al petróleo como un recurso finito, su consumo tiene forzosamente que terminar en el agotamiento del mismo. Esta es la razón por las que se hace distinción entre *stock* y *flujo*. Los combustibles fósiles se consideran un *stock*, mientras que las energías renovables, como la eólica o solar, son considerados *flujos*. El uso del stock eventualmente derivará en su desaparición.

Para reforzar estas cifras obsérvese la Figura 4, en el cual podrá notar, que conforme transcurre el tiempo, el número de yacimientos petrolíferos disminuye considerablemente, tanto en número como en tamaño.

Figura 4 Evolución de los Yacimientos Petrolíferos (Millones de barriles)



Fuente La matriz energética mundial y su probable evolución. El rol posible de las energías renovable, Banco Central de Argentina.

De acuerdo con la historia de los descubrimientos de campos petroleros importantes se evidencia que el pico de los descubrimientos ocurrió en la década de los años 50 y 70 del siglo XX. Los descubrimientos hechos con posterioridad a dicho pico han sido pequeños, por lo que actualmente la relación es mientras el mundo consume entre cuatro y seis barriles se descubre un pozo petrolero nuevo.

Sin embargo, aún existen enormes cantidades de petróleo que se pueden extraer, tanto desde reservas ya comprobadas como desde enormes extensiones que aún no han sido estudiadas desde el punto de vista de posibilidades de encontrar petróleo. Pero, si el costo de la energía necesaria para extraer un pozo petrolero es mayor que la energía en forma de petróleo que se gana, netamente se estará perdiendo energía. De este análisis ha nacido el concepto de la "Tasa de Retorno Energético (TRE)" (Heinberg, 2007) y el concepto del *Energy Returned On Energy Invested* (EROIE), que es la relación entre la energía recibida y la energía aportada.

Como lo expone la Unidad de Planeación Minero Energética, siendo abundantemente exploradas y explotadas las áreas cercanas a las regiones habitadas, los nuevos hallazgos exigen exploraciones en zonas apartadas, perforaciones más profundas, áreas más inasequibles, mar adentro, en los océanos ártico y antártico, en perforaciones medidas en kilómetros, que han llevado a la

situación de que un barril extraído y vendido en US\$75 representa escasamente un TRE de entre 5% y 10%, ritmo que acelera la llegada al límite TRE de 1:1, siendo en este límite cuando sería el comienzo del fin de la era del petróleo. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

Es importante emprender la búsqueda de nuevos descubrimientos tecnológicos que permitan encontrar nuevas reservas y encontrar nuevas fuentes de energía que sustituyan las que pueden extinguirse; pero conjuntamente con la aplicación de políticas de utilización racional de la energía. Debido a que el petróleo y el conjunto de productos derivados se mantienen como uno de los energéticos más importantes para el desarrollo económico y social en el mundo, se convierte en una fuente complicada de sustituir por lo que se estima que se mantendrá por muchos años como la principal fuente de energía, sin embargo es el momento oportuno para comenzar a desarrollar nuevas fuentes de energía distintas al petróleo, a fin de estar preparados, según las teorías mencionadas precedentemente, para cuando la producción del mismo comience a decaer y no se ponga en riesgo el desarrollo económico mundial.

3. Dependencia del Petróleo

La Unidad de Planeación Minero Energética en la publicación denominada Cadena del Petróleo indica que, el petróleo fuente primaria de energía, con una cuota del 33,4% en 2012 sigue siendo el recurso de mayor participación en la canasta energética mundial. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

El carbón ocupa la segunda posición con una contribución de 29,9% en 2012 y una tasa de crecimiento interanual de 3,95% en el período 2000/2012. En tercer lugar y con un crecimiento promedio anual de 2,67% en el mismo horizonte está el gas natural cuya participación relativa fue de 23,9% en el 2012. Posteriormente, se encuentran las fuentes renovables que contribuyeron con una porción de 8,6% en 2012, presentando la mayor tasa de crecimiento en el horizonte de análisis con 4,18%. Finalmente, se encuentra la energía nuclear con una participación del 4,5% en 2012 y una tasa de crecimiento interanual negativa de -0,35% durante el ciclo de estudio. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

El carbón ha cubierto cerca de la mitad del incremento de la demanda mundial de energía, dada la pérdida de participación en el mercado energético de la energía nuclear, es de acuerdo con los análisis realizados por la Agencia Internacional de Energía en 2013.

El abastecimiento mundial de energía todavía está compuesto por más de un 80% de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) de los cuales el 40% es petróleo. En contraposición, las fuentes alternativas de energías renovables (hidroelectricidad, paneles solares, molinos de viento, etc.) que podrían sustituir el suministro faltante del petróleo están en su temprano comienzo y no tienen capacidad para remplazarlo, pues no alcanzan el 3% de la demanda de energía mundial. Esta situación crea el temor de una escasez mundial de energía que podría ocurrir en esta misma década, con ramificaciones y consecuencias trascendentales. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

Actualmente, todos los países del mundo dependen de la energía del petróleo. En los diversos sectores de la economía mundial tales como: agricultura para mover los tractores y demás equipos, los plaguicidas y fertilizantes químicos derivados del petróleo y gas; el transporte de bienes e individuos dependen casi totalmente del petróleo. La producción de energía eléctrica, el transporte sea terrestre, aéreo y marítimo, dependen del petróleo y del gas.

Si bien es verdad existen fuentes de energía renovable que asisten en la producción de electricidad, como los paneles fotovoltaicos, turbinas eólicas, hidroelectricidad y energía geotérmica. No obstante, hay sectores económicos que no pueden sustituir los combustibles fósiles por la electricidad renovable. Este constituye uno de los grandes obstáculos para la transición energética necesaria para abandonar los combustibles fósiles.

El transporte (terrestre, marítimo, aeronáutico) depende por el 95% del petróleo, mientras que las alternativas todavía están en un estado de infancia. No existen aún alternativas para los buques movidos con fuel- oil, camiones movidos con diésel y aviones movidos con turbo combustible. Los carros eléctricos que inician su incursión en el mercado exigen baterías pequeñas, livianas, poderosas y rápidamente recargables, lo cual a pesar de los avances no ha podido conseguirse. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

Hay sectores industriales que no pueden operar con la electricidad renovable como la producción de hierro, acero, vidrio, cemento y ladrillos y la agroindustria (tractores y máquinas agrícolas). Redundante decir que la industria petroquímica no puede existir sin petróleo y gas natural, para producir plásticos, fibras sintéticas, pinturas, pegamentos, farmacéuticos, cosméticos, plaguicidas, fertilizantes químicos, etc. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

4. Fuentes Nucleares

Según la Unidad de Planeación Minero Energética, el consumo de material radiactivo en la generación eléctrica de plantas nucleares decreció en el año 2012 con respecto a las cifras del año 2011. En el año 2012 la participación de la energía nuclear dentro de la canasta energética cayó alcanzando una participación relativa de 4.5%, luego de haber estado alrededor del 5.5% en el año 2011. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

Debido principalmente al terremoto y tsunami del 11 de marzo de 2011 en Japón que causó el accidente en la planta nuclear, que trajo como consecuencia la suspensión de operaciones de centrales nucleares. Esta disminución de la oferta de energía nuclear fue de alrededor de 40 millones de TEP. Por el motivo antes descrito, en Europa se han postergado las reaperturas de plantas nucleares y la construcción de nuevas, donde por la escasez eventual de gas obliga a considerar otras posibilidades.

Las centrales nucleares tienen la enorme ventaja de que no emiten dióxido de carbono, pero la desventaja de que sus desechos radioactivos siguen siendo peligrosos durante varios milenios. Sin embargo, funcionan a base de un mineral con reservas limitadas. Podría ocurrir una escasez de uranio entre 2020 y 2050 y entonces vale la pena preguntarse si conviene construir tantas nuevas plantas nucleares para solo unos 20 o 30 años y luego dejar los escombros radioactivos a nuestros descendientes. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

5. Fuentes de Energía Renovables

En cuanto al consumo de fuentes de energía renovables la Unidad de Planeación Minero Energética, es necesario indicar que las nuevas políticas en el mundo en torno al cambio climático favorecieron su consumo en el año 2012 con respecto al 2011, sustentado en la disminución de los costos de la tecnología y las subvenciones de los países, pero la participación aún es muy pequeña aportando con el 4,1% del consumo total mundial en el 2012. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013)

Por el comportamiento de los precios del petróleo, los países de todo el mundo han empezado a considerar la producción y consumo de fuentes de energía alternativas (otros recursos energéticos), para mitigar la alta dependencia del petróleo.

Las fuentes de energía renovables tuvieron un incremento de 15,5% en el año 2012 con respecto al 2011, pese a que la participación de estos recursos en la canasta energética es poco representativa, no deja de ser un indicador de la voluntad de los gobiernos de implementar políticas que promuevan la utilización de nuevas fuentes renovables y procesos que permitan reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Entre estos recursos se encuentran las energías geotérmica, eólica y solar, además de los biocombustibles. Las centrales geotérmicas, las cuales circulan aguas termales, de profundidades de 2–3 km y de temperaturas de 150–200°C y luego de propulsar las turbinas eléctricas, las aguas frías vuelven a las profundidades terrestres. Pero esta tecnología es utilizable sólo alrededor de los bordes tectónicos y de los volcanes; fuera de esas zonas geotermales del mundo no es energéticamente rentable. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2013).

2.2 Marco normativo de los biocombustibles en Ecuador

En este punto hacemos referencia a las instituciones y programas existentes en el Ecuador, que promueven el uso de biocombustibles de origen renovable.

Mediante Decreto Ejecutivo No 2332, publicado en el Registro Oficial 482 del 15 de noviembre del 2004, el estado ecuatoriano, con el fin de promover el uso de los biocombustibles, declara de interés nacional a la producción, comercialización y uso de los biocombustibles, creando para dicho efecto el Consejo Consultivo de Biocombustibles, adscrito a la Presidencia de la República y presidido por el Ministro de Energía, haciendo parte de este Consejo también a los gremios del sector privado cañicultor. (Suquilandia Valdivieso, 2012)

Respaldado por el marco legal establecido, el estado ecuatoriano, se ha propuesto implementar un programa de biocombustibles, en base al procesamiento de la caña de azúcar para producir etanol y de palma africana para la producción de biodiesel. En el contexto referido, se prevé la expansión de las áreas de estos cultivos (...); pero también se comenta acerca de un proyecto que plantea establecer entre 50.000 a 100.000 hectáreas de higuera (Ricinus communis), piñón (Jatropha curcas) e inchi (Caryodendron orinocense Karst), que se ubicarían entre las provincias de Manabí y Esmeraldas, (...) para la obtención de biodiesel. (Suquilandia Valdivieso, 2012)

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la república del Ecuador engloba el tema de investigación de este trabajo en algunos de sus artículos como:

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 13).

Art. 278.- Para la consecución del buen vivir, a las personas y a las colectividades, y sus diversas formas organizativas, les corresponde: 2. Producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad social y ambiental. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 86).

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 87).

Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
 3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
 8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiadas para garantizar la soberanía alimentaria. (...)
 9. Regular bajo normas de bioseguridad el uso y desarrollo de biotecnología, así como su experimentación, uso y comercialización.
- (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 87).

Art. 284.-La política económica tendrá los siguientes objetivos:

1. Asegurar una adecuada distribución del ingreso y de la riqueza nacional.
 2. Incentivar la producción nacional, la productividad y competitividad sistémicas, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, la inserción estratégica en la economía mundial y las actividades productivas complementarias en la integración regional.
 3. Asegurar la soberanía alimentaria y energética.
 4. Promocionar la incorporación de valor agregado con máxima eficiencia, dentro de los límites biofísicos de la naturaleza y el respeto a la vida y a las culturas.
 5. Lograr un desarrollo equilibrado del territorio nacional, la integración entre regiones, en el campo, entre el campo y la ciudad, en lo económico, social y cultural.
 6. Impulsar el pleno empleo y valorar todas las formas de trabajo, con respeto a los derechos laborales.
 7. Mantener la estabilidad económica, entendida como el máximo nivel de producción y empleo sostenibles en el tiempo.
 8. Propiciar el intercambio justo y complementario de bienes y servicios en mercados transparentes y eficientes.
 10. Impulsar un consumo social y ambientalmente responsable.
- (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 88).

En referencia al sector financiero y el otorgamiento de créditos, la Constitución Política de la República del Ecuador menciona en el Art. 310.- El sector financiero público tendrá como finalidad la prestación sustentable, eficiente, accesible y equitativa de servicios financieros. El crédito que otorgue se orientará de manera preferente a incrementar la productividad y competitividad de los sectores productivos que permitan alcanzar los objetivos del Plan de Desarrollo y de los grupos menos favorecidos, a fin de impulsar su inclusión activa en la economía. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 94).

En cuanto a lo concerniente al trabajo y producción, la Constitución Política de la República del Ecuador establece en el Art. 319.- Se reconocen diversas formas de organización de la producción en la economía, entre otras las comunitarias, cooperativas, empresariales públicas o privadas, asociativas, familiares, domésticas, autónomas y mixtas.

El Estado promoverá las formas de producción que aseguren el buen vivir de la población y desincentivará aquellas que atenten contra sus derechos o los de la naturaleza; alentará la producción que satisfaga la demanda interna y garantice una activa participación del Ecuador en el contexto internacional. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 96)

Sobre la democratización de los factores de producción, la Constitución Política de la República del Ecuador refiere en el Art. 334.- El Estado promoverá el acceso equitativo a los factores de producción, para lo cual le corresponderá:

1. Evitar la concentración o acaparamiento de factores y recursos productivos, promover su redistribución y eliminar privilegios o desigualdades en el acceso a ellos.
2. Desarrollar políticas específicas para erradicar la desigualdad y discriminación hacia las mujeres productoras, en el acceso a los factores de producción.
3. Impulsar y apoyar el desarrollo y la difusión de conocimientos y tecnologías orientados a los procesos de producción.
4. Desarrollar políticas de fomento a la producción nacional en todos los sectores, en especial para garantizar la soberanía alimentaria y la soberanía energética, generar empleo y valor agregado.
5. Promover los servicios financieros públicos y la democratización del crédito. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 100).

La Constitución Política de la República del Ecuador con relación a la inversión menciona en el Art. 339.- El Estado promoverá las inversiones nacionales y extranjeras, y establecerá regulaciones específicas de acuerdo a sus tipos, otorgando prioridad a la inversión nacional. Las inversiones se orientarán con criterios de diversificación productiva, innovación tecnológica, y generación de equilibrios regionales y sectoriales. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 100)

Igualmente, la Constitución Política de la República del Ecuador en concordancia con las energías alternativas dispone en el Art. 413.-El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de

bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 117)

Finalmente se menciona en el Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo. (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008, pág. 117)

2.2.2 Plan Nacional del Buen Vivir

Así mismo tenemos, el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013) dentro de cuyos objetivos están enmarcados los siguientes:

“Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013).

Dentro de este objetivo, del Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 entre otros tópicos, se encuentra:

El derecho ciudadano a vivir en un ambiente sano, libre de contaminación y sustentable, y la garantía de los derechos de la naturaleza, a través de una planificación integral que conserve los hábitats, gestione de manera eficiente los recursos, repare de manera integral e instaure sistemas de vida en una armonía real con la naturaleza. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

A partir del 2006, se implementaron veintiún proyectos de mecanismo de desarrollo limpio, que han logrado reducir 1.217.157 toneladas de CO2 equivalente, emitidas a la atmosfera. En el 2011, se implementó un programa de mejoramiento del octanaje de la gasolina, medida que contribuyó directamente a la reducción de emisiones de CO2 y al mejoramiento de la calidad del aire urbano. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental, como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida, continúa siendo sumamente importante para garantizar el derecho humano a vivir en un ambiente sano. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Intrínsecamente con este objetivo, se encuentran políticas y lineamientos estratégicos, dos de los cuales indican:

1. *“Promover la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles como medida de prevención de la contaminación ambiental”*. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013).

En esta política tenemos las siguientes acciones:

Implementar tecnologías, infraestructuras y esquemas tarifarios, para promover el ahorro y la eficiencia energética en los diferentes sectores de la economía. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Promover investigaciones para el uso y la generación de energías alternativas renovables, bajo parámetros de sustentabilidad en su aprovechamiento. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Reducir gradualmente el uso de combustibles fósiles en el transporte y sustituir los vehículos convencionales, fomentando la movilidad sustentable. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Elaborar un inventario de fuentes y demanda de energías renovables y no renovables, así como de sus emisiones, incorporando alternativas tecnológicas. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

2. *“Fortalecer la gobernanza ambiental del régimen especial del Archipiélago de Galápagos y consolidar la planificación integral para la Amazonía”*. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Esta política comprende las siguientes acciones:

Consolidar el cero uso de combustibles fósiles en los regímenes especiales, con énfasis en la implementación de condiciones de movilidad sustentable terrestre y

fluvial mediante el uso de fuentes renovables y sustentables de energía, para promover modos de vida más saludables. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Finalmente, considerando todas las ventajas existentes en el Ecuador para desarrollar y producir biocombustibles a partir de materias primas vegetales, es pertinente investigar la viabilidad de la instalación de una planta productora de biodiesel a base de piñón (*Jatropha curcas*) en la ciudad de Guayaquil, para que dicho biocombustible sirva para el abastecimiento de centrales térmicas en el Ecuador y para el mercado extranjero.

2.2.3 Programa de Biocombustibles

El Programa de Biocombustibles, a su vez tiene entre sus propósitos los siguientes:

- a) Reducción de la contaminación ambiental y consumo de combustibles fósiles, para dar cumplimiento al compromiso de Kioto.
- b) Mejorar la calidad del aire, reduciendo las emisiones que contribuyen al efecto invernadero (CO, CO₂, SO₂).
- c) Reducir la importación de combustibles: Naftas de alto octano y diesel.
- d) Fomentar el desarrollo de la agroindustria, mediante el establecimiento de nuevos cultivos agrícolas para incrementar la producción de alcohol y aceites vegetales.
- e) Mejorar la calidad de los combustibles: Reducción de contenido de aromáticos, bencenos, olefinas y azufre.
- f) Diversificación de la agricultura en materias primas para la bioenergía.
- g) Desarrollo de infraestructura y empleo en áreas rurales.
- h) Diversificación de la oferta nacional de energía.
- i) Más tiempo para actividades generadoras de ingreso rural debido potencialmente a la menor carga a nivel de hogar.

2.2.4 Norma INEN de Biocombustible

La norma técnica ecuatoriana NTE-INEN-2 482:2009 se aplica al biodiesel con una concentración de 100% (B100), siendo un combustible resultante de la mezcla de ésteres, ácidos grasos, derivados de aceites vegetales o grasas de origen animal.

Se permite el uso de aditivos al biodiesel para mejorar sus características siempre que no ocasionen efectos nocivos en la salud y el ambiente. (Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 2009).

2.3 Marco Metodológico

La metodología a utilizar en el presente proyecto consiste en una investigación descriptiva y explicativa. De tal manera, que permite conocer todo lo relativo a la semilla de piñón, su proceso de producción, hasta la obtención de biodiesel de piñón, utilizando datos procedentes de fuentes primarias, secundarias, visitas a institutos de investigación, y datos cuantitativos.

Las fuentes de información primaria la constituyen el diseño de encuestas realizadas a los principales ejecutivos o funcionarios de los principales proyectos termoeléctricos que se desarrollan en el Ecuador. De tal manera, que se enumeran los proyectos termoeléctricos basados en energías renovables entre los que se incluye la utilización de aceite de *Jatropha Curcas* como biocombustible. La finalidad de estas encuestas realizadas fue para conocer la existencia de un mercado potencial en el Ecuador, así como de un potencial mercado externo para exportación de biodiesel a base de piñón.

El conocimiento del potencial mercado interno y externo de los biocombustibles especialmente en base a *Jatropha Curcas*, se complementó con las siguientes herramientas:

Modelo de las 5 fuerzas de Porter, a partir del análisis del referido modelo de Michael Porter, se puede evaluar la industria del biodiesel de *Jatropha Curcas* (piñón) como una alternativa de fuente renovable frente al combustible de origen fósil.

Debido a la gran dependencia mundial del combustible fósil, al aumento de la demanda, y al hecho de que en el futuro este combustible fósil puede agotarse, se comenzó la investigación y experimentación con alternativas más amigables con el ambiente que sustituyeran o complementaran la energía de origen fósil. Es en este

marco, que el ámbito además de ambiental y técnico, pasó a ser político, económico, y empresarial. Es por estos motivos que, el modelo de las 5 fuerzas de Porter permite realizar un análisis competitivo de un sector en especial, en este caso, de los biocombustibles, en particular a base de *Jatropha Curcas*; para conocer qué tan competitiva y atractiva es esta industria. (Porter, 2008)

Desde el análisis de las 5 fuerzas de Porter, se puede comprender la dimensión en la cual diversas variables como las relaciones de poder, las relaciones humanas y la concentración de recursos; delimitan el escenario y la participación de un producto en el mercado. Porter propone una herramienta de gestión y análisis basada en los elementos básicos del mercado: Los competidores directos, los clientes, los proveedores, los productos sustitutos y los potenciales nuevos competidores; todo esto considerando el papel regulador del Estado. (Porter, 2008)

Se elaboró una Matriz FODA, para realizar un análisis del mercado tanto interno como externo, de las fortalezas y debilidades, así como las amenazas y oportunidades de la producción de biocombustible de *Jatropha Curcas* versus biocombustibles elaborados a partir de otros aceites vegetales o de diferentes tipos de residuos orgánicos, y frente a los combustibles de origen fósil.

Las fortalezas son todas aquellas habilidades y capacidades con que cuenta el proyecto, las debilidades son todas aquellas actividades, recursos o habilidades de las que se carece, o no son tan buenas, que con el transcurso del tiempo se podrían mejorar o conseguir. Las oportunidades son aquellos factores externos, que permiten realizar un desarrollo favorable para la empresa, por el contrario, las amenazas, son situaciones externas ajenas que no podemos controlar que, dependiendo de su magnitud, pueden atentar hasta con la permanencia del proyecto.

El propósito de elaborar la Matriz FODA, es que, si se han identificado correctamente todas las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del proyecto o empresa, se pueden formular diferentes estrategias para hacer frente a las amenazas, tomar las oportunidades, mejorar las debilidades y potenciar las fortalezas internas.

La Matriz de Riesgo, se elaboró como una herramienta de control, evaluación y gestión de riesgos. En ella se plantean las estrategias, acciones y actividades identificadas en la Matriz FODA del proyecto, y se evalúa el tipo y el nivel de riesgos

de las mismas. Así mismo permite evaluar la gestión y administración de los riesgos que pueden afectar los resultados y el logro de los objetivos del proyecto o de la organización.

Se procedió a identificar las actividades, acciones y estrategias del proyecto; y, los riesgos a los cuales están expuestas; luego se identifican las fuentes o factores de riesgo, los cuales pueden impactar en diferentes niveles a una actividad. Por lo tanto, existen riesgos más relevantes que otros, siendo necesario establecer una prelación y ponderación de los mismos. (SIGWEB, 2016)

Finalmente, se procede a evaluar el riesgo del proyecto, que es el resultado de la suma de todos los riesgos de cada una de las actividades, acciones y estrategias definidas anteriormente en la Matriz FODA, conforme dichas acciones y estrategias tiendan a ser más eficientes y los controles para mitigar los riesgos sean efectivos, el indicador de riesgo tiende a disminuir.

Las fuentes de información secundaria, lo constituyen los libros consultados, normativa legal sobre el tema, páginas web de entidades públicas y organismos de investigación sobre biocombustibles y de protección del medio ambiente; documentos obtenidos en las referidas páginas web, lo que permitió reducir el tiempo y el costo de obtener información.

Adicionalmente, como una fuente externa de información primaria se realizó una visita al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para conocer más de cerca el proceso de producción de aceite y de biodiesel a partir de la semilla de piñón, visita en la que se entrevistó a expertos del tema sobre todo lo concerniente a la materia prima, proceso de producción, distribución y almacenamiento del producto terminado.

A través del análisis cuantitativo se determinó el costo de producción, se proyectaron las ventas; y se determinó el precio al que puede llegar a venderse cada galón de biodiesel, con el fin de compararlo con el precio de cada galón importado de diesel fósil, con el fin de evaluar la factibilidad económica del proyecto, para lo cual se utilizaron las herramientas de análisis financiero de proyectos como son el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno y el Análisis de sensibilidad de las principales variables del proyecto.

2.3.1 Planteamiento de la Hipótesis

La factibilidad de la instalación de una planta productora de biocombustible a partir de aceite de piñón (*Jatropha curcas*) para el abastecimiento del mercado interno y externo, ubicada en la ciudad de Guayaquil.

CAPÍTULO 3

CASOS DE ELABORACIÓN DE BIODIESEL DE PIÑÓN

3.1 Casos de elaboración de Biocombustible a base de Piñón en el Ecuador

3.1.1 Caso proyecto de producción de aceite de Piñón para el Plan Piloto de Generación Eléctrica de Galápagos

La promoción del cultivo de piñón en la población rural de la provincia de Manabí es un plan de acción para combatir las tierras desérticas contribuyendo al desarrollo económico de las comunidades rurales deprimidas de esa zona del país; mediante el cultivo de semilla y posterior obtención del aceite de piñón para proveer de la generación de electricidad del proyecto *Cero combustibles fósiles para Galápagos*. El proyecto incluye capacitación técnica, dotación de camión grúa para transporte de combustible, investigación sobre piñón en conjunto con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) sede de Portoviejo, capital de Manabí. De las cosechas de los años 2009 y 2010 se obtuvo 2.560 galones de aceite de piñón. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura, 2013)

De la visita realizada a las instalaciones del INIAP en el mes de junio de 2015, esta institución continuaba siendo el principal proveedor de aceite de piñón del programa *Cero combustibles fósiles para Galápagos*, de tal magnitud que toda la producción de aceite de piñón era exclusivamente destinada para ese fin.

Para concluir, aunque el programa *Cero combustibles fósiles para Galápagos* actualmente está activo y en marcha, es importante destacar esto: *Si bien es cierto este es un proyecto en donde la rentabilidad financiera no está ni de lejos alcanzada, social y ambientalmente hablando se justifica su ejecución.* (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura, 2013)

3.1.2 Caso Proyecto TermoPichincha y Fundación Ing. Agr. Juan José Castelló Zambrano

Este Proyecto de Biocombustible se desarrolla a partir del aceite vegetal del Piñón, cuyo objetivo es reemplazar el combustible diesel por biocombustible en motores de combustión interna de generación eléctrica, y se constituya en una alternativa de

energía renovable, que contribuirá con la reducción de emisiones y el aprovechamiento de tierras áridas en las que se puede cultivar el piñón (*Jatropha curcas*), mejorando la calidad de vida de los comuneros donde se asienta el proyecto. El 30 de diciembre de 2008, la Unidad de Negocio TermoPichincha realizó pruebas de operación en el motor 13 (de combustión interna de 2.000KW) en la Central Termoeléctrica Miraflores. La prueba fue exitosa; el motor operó al 100% de su carga nominal, con 100% de aceite de piñón.

La Fundación Ing. Agr. Juan José Castelló Zambrano conjuntamente con la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC), y la unidad de negocio TermoPichincha firmaron en el año 2009 un Convenio de Cooperación Interinstitucional por tres años que tenía como propósito diseñar y ejecutar un proyecto piloto para desarrollar estudios, contando con la cooperación técnica de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, sobre el cultivo de Piñón en pocas hectáreas de terrenos de propiedad de comuneros de la parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. (Fundación Ing. Agr. Juan José Castelló Zambrano, 2016)

Respecto de este proyecto, es pertinente indicar que a finales del año 2014 se intentó visitar sus instalaciones, sin embargo, no fue posible ya que para dicha época según nos indicaron los lugareños cercanos a la Fundación ubicada en la provincia de Santa Elena, los cultivos de piñón estaban siendo eliminados para ser sustituidos por otro tipo de siembra, siendo una de las razones por la que no se llevó a cabo la visita.

Sin embargo, de acuerdo con información que consta en el sitio web de la fundación, entre otras cosas, indican: En el país hay investigación y experiencias, unas concretas y tangibles, otras se limitan a reproducir datos e información, que en muchos casos son contradictorias y que van desde (...) que la *Jatropha curcas* no necesita agua, ni fertilizantes y que en cualquier terreno se produce, (...) y que hay miles de hectáreas ya sembradas; y en el otro extremo, que es un fracaso la productividad y la calidad del aceite, por lo tanto es inviable como negocio. (Fundación Ing. Agr. Juan José Castelló Zambrano, 2016)

3.2 El biocombustible a base de Piñón en América Latina y el Caribe

3.2.1 Países en los que se cultiva piñón

En este apartado revelamos un esquema de los principales países del continente americano que han cultivado piñón. Las Tablas 5 y 6, enseñan los países de Norte, Centro y Sur América donde se cultivan *Jatropha curcas*.

Tabla 5 Países de América del Sur que cultivan *Jatropha Curcas*

Países Cultivos	Rendimiento de las Principales Fuentes de Aceite para Biodiesel				
	Argentina	Colombia		Perú	
	l/ha/año	l/ha/año	gal/ha/año	l/ha/año	t/ha
Palma aceitera	---	5.550	1.466	5.550	20
Higuerilla	1.110	2.600	687	---	4
Colza	757	1.100	291	1.100	2,5
Maní	---	990	262	---	---
Soya	575	840	222	420	1,67
Girasol	948	890	235	890	1,8
<i>Jatropha</i>	1.290	1.559	412	1.590	6,25

Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2010.

Tabla 6 Países de América del Norte y Central que cultivan *Jatropha Curcas*

Países Cultivos	Rendimiento de las Principales Fuentes de Aceite para Biodiesel				
	Guatemala	Honduras	República Dominicana		México
	l/ha/año	l/ha/año	t/ha	l/ha/año	t/ha
Palma aceitera	5550	---	---	---	14,8
Higuerilla	---	---	2,9	242,3	
Colza	1.100	---	---	---	
Maní	990	---	---	---	
Soya	420	---	---	---	1,6
Girasol	890	---	---	---	
<i>Jatropha</i>	1.590	1.600	3,5	1.187	2

Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2010.

Sin embargo, de la información anterior, no se dispone de los datos correspondientes a superficies cultivadas y cosechadas en dichos países, para el cultivo de *Jatropha curcas*, como se puede apreciar en la Tabla 7.

Tabla 7 Datos de superficie cultivada en países del Continente Americano

Países	Jatropha Curcas	
	Miles de Ha	
	Superficie Cultivada	Superficie Cosechada
Argentina	---	---
Colombia	---	---
Perú	---	---
Guatemala	---	---
Honduras	---	---
República Dominicana	826,6	---
México	---	---

Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2010.

Finalmente, con respecto a los demás países del continente americano en las Tablas 8, 9 y 10 exhibimos el detalle de la materia prima con la que obtienen los aceites para elaborar biodiesel, donde se puede destacar que no consta el aceite proveniente de *Jatropha curcas* o piñón, ya que sus volúmenes aún no son lo suficientemente representativos, obteniéndose considerables estadísticas sobre aquellas fuentes que han tenido mayor tiempo de desarrollo en la producción de biocombustibles, sin embargo se considera al piñón como una fuente con gran potencial para la elaboración de biocombustible, conforme se desarrolla en el presente proyecto.

Tabla 8 Países de América del Sur fabricantes de biodiesel a partir de otros cultivos

Países/ Cultivos	Principales Fuentes de Materia Prima para elaboración de Biodiesel				
	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay	Bolivia
Palma aceitera	★				
Soya	★		★	★	★
Girasol	★	★	★	★	★
Maní	★		★		★
Algodón	★		★		
Lino					
Colza		★	★	★	
Sésamo			★		★
Higuerilla			★		

Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2010

Tabla 9 Países de América Central fabricantes de biodiesel a partir de otros cultivos

Países / Cultivos	Principales Fuentes de Materias Primas para Biodiesel			
	Costa Rica	El Salvador	Nicaragua	Panamá
Palma aceitera	*	*	*	*
Soya		*		*
Girasol				*
Maní			*	
Algodón		*		
Colza				
Sésamo				
Higuerilla	*	*		
Aceites Recuperados	*			

Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2010.

Tabla 10 Países de América del Norte fabricantes de biodiesel a partir de otros cultivos

Países/ Cultivos	Principales Fuentes de Materias Primas para Biodiesel	
	Canadá	Estados Unidos
Canola	*	*
Soya	*	*
Lino	*	*
Girasol	*	*
Algodón		*
Maní		*

Fuente: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2010.

3.2.2 Casos de producción de biodiesel a base de piñón en el resto del mundo

3.2.2.2 Costa Rica

Iniciativas o Proyectos

En Costa Rica existieron 16 proyectos oficiales de plantaciones de *Jatropha Curcas* de los cuales sólo 13 establecieron plantaciones. De esas 13 hasta el año 2013 sólo 8 continuaban con las plantaciones. Teniendo estos proyectos menos de 6 años de vida. (Palacios Palacios & Fallot, 2014)

Los proyectos aún activos en Costa Rica sobre *Jatropha Curcas*, según Palacios Palacios & Fallot, son:

- 1) Global Energy Farm (GFE), produce energías renovables en sus fincas.
- 2) Green Acres, producción en suelos degradados generando plusvalía, experiencia pionera en biocombustibles.
- 3) Finca San Carlos, produce y procesa caña de azúcar, siembra Jatropha Curcas y realiza ensayos y monitoreo de rendimiento de plantaciones.
- 4) Coope Salamanca, propuesta de alternativas energéticas enfocadas a la producción de biodiesel. De 3 parcelas establecidas, tuvo pérdidas del 100% en dos de ellas, la otra parcela la maneja como monocultivo.
- 5) Refinería Costarricense de Petróleo (RECOPE), importación, refinación, transporte y venta de petróleo y derivados. Ensayos con Jatropha Curcas para domesticación del cultivo. Tiene 5 ha. De terreno para investigación del cultivo.
- 6) Universidad de Costa Rica – Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (UCR-EEFBM), institución dedicada a investigación y experimentación agronómica. Realiza investigación agronómica para domesticación del cultivo de Jatropha Curcas, y convenios y financiamiento con instituciones interesadas en Jatropha Curcas. (Palacios Palacios & Fallot, 2014)

Proyectos que se abandonaron o nunca se llevaron a cabo fueron:

- 1) Coopedota, son productores de café con certificación ambiental del café. Plantaron Jatropha Curcas como sombra para las plantaciones de café. Abandonaron la plantación.
- 2) Coope Vaquita, producen palma aceitera. Plantaron Jatropha Curcas como alternativa a la palma, pero terminaron sacando las plantas de Jatropha Curcas a los 3 años de cultivadas.
- 3) Instituto de Desarrollo Agrario de Costa Rica (IDA), dedicado a administrar tierras para el desarrollo rural, realiza ensayo para producción de agrocombustibles. Nunca hicieron las plantaciones de Jatropha Curcas.
- 4) Coopeagri, dedicados a procesar y comercializar café. Habían proyectado plantar Jatropha Curcas como sombra para las plantaciones de café, pero nunca lo hicieron. (Palacios Palacios & Fallot, 2014)

De los proyectos antes mencionados, pareciera que el objetivo de alcanzar la producción energética no estuvo bien definido por lo que dado los bajos o nulos

rendimientos de la planta, muchos proyectos no se empezaron, otros se abandonaron, y otros se reenfocaron en la producción de la planta.

Además, es posible que muchos proyectos se lanzaran manifestando interés hacia la energía alternativa o renovable, utilizando zonas o tierras marginales o deprimidas; sin embargo, el objetivo último era realmente de carácter comercial, más no de investigación o experimentación en primer lugar para luego de conocer todo sobre la plantación de *Jatropha Curcas* ir avanzando hacia otras instancias posteriores.

Marco de acción

El accionar de Costa Rica en lo que a biocombustibles se refiere se enmarca en los siguientes programas: Programa Nacional de Biocombustible 2008, IV Plan Nacional de Energía 2012-2013; y lo que dispone el Centro Nacional de Investigaciones Biotecnológicas (CENIBIOT), sin embargo, todavía no existe una cadena que articule todas las actividades de plantación y cultivo de semilla de *Jatropha Curcas* y elaboración de biodiesel de *Jatropha Curcas*. (Palacios Palacios & Fallot, 2014)

Rendimientos

La *Jatropha Curcas* hizo su aparición, junto con la soja y la higuera como una planta que tenía posibles usos energéticos y como un potencial sustituto de la palma aceitera para la elaboración de biocombustible.

Siendo los rendimientos, el principal indicador para medir los volúmenes de aceite de la planta y por lo tanto las posibles cantidades a producirse de biocombustible.

Las cifras de rendimientos en Costa Rica siempre fueron confusas y no existió una uniformidad de criterio, además del sigilo o reserva con que se manejó siempre lo relativo al cultivo y cuidado de esta planta. Existen mediciones como rendimientos por hectárea de cultivo, de cantidades de frutos por árbol, contenido de aceite en las semillas y rendimiento al transformarse el aceite en biocombustible, pero tales estimaciones siempre carecieron de precisión y claridad.

Cuando se ha referido al rendimiento por hectárea de cultivo, es difícil saber si la plantación fue de parcelas con árboles sembrados de *Jatropha Curcas*, o cercas vivas en asociación con otros cultivos. (Palacios Palacios & Fallot, 2014)

Finalmente, el rendimiento de la planta de *Jatropha Curcas*, depende del tipo de suelo y su fertilidad, la genética de la semilla, de la edad de la planta, el manejo de la parcela, poda, fertilización y riego. Esta información sobre el cuidado de las plantaciones no ha sido reportada por ninguno de los representantes relacionados con los proyectos antes mencionados, debido principalmente a la reserva y celo que existe con respecto a compartir información sobre este cultivo. (Palacios Palacios & Fallot, 2014)

Perspectivas a futuro de Costa Rica

- 1) La *Jatropha Curcas* es un cultivo no domesticado, no estando adecuadamente investigado, no se cuenta con semillas de alta calidad para su adecuado cultivo. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica su posición es seguir investigando sobre la *Jatropha Curcas* y consideran que hasta el momento no es una especie apta para la producción. (Palacios Palacios & Fallot, 2014)
- 2) No existe mercado para la *Jatropha Curcas*, los inversionistas de mayor capacidad y escala, consideran que la demanda no es un problema, puesto que indican que siempre habrán interesados en comprar biocombustible. Sin embargo, los inversionistas de pequeña escala, indicaron que la falta de demanda desalienta su incursión en el sector. Dado que no tienen la certeza que una vez producida, puedan cubrir el costo de la cosecha con las ventas.
- 3) Existencia de plantaciones mal gestionadas, no hay limpieza ni podas de las parcelas; existiendo alta mortalidad de la planta, o excesivo crecimiento lo que obstaculiza la cosecha. A esto se suma, la falta de conocimiento sobre el comportamiento de la planta de *Jatropha Curcas*.

3.3 Lecciones aprendidas de los casos presentados

3.3.1 Aspectos positivos

Utilización de tierras rurales y abandonadas.

Reducción de la pobreza de la población rural.

Empoderamiento de la mujer en las zonas rurales para mejorar la economía familiar.

Desarrollo de nuevas tecnologías de producción al acceso de los pobladores de las zonas rurales.

Impulsar la sustitución de combustible fósil por biocombustible para disminuir la dependencia de la economía mundial del petróleo.

Concienciación de la población de la ventaja de uso de biocombustibles frente a los combustibles fósiles.

El piñón o *Jatropha Curcas* no es una fuente alimenticia por lo que no compite con el cultivo de alimentos.

Es una alternativa contra los cultivos ilícitos en las zonas marginales y deprimidas, en la lucha contra el narcotráfico.

Del cultivo de semilla de *Jatropha curcas* se obtiene aceite, del que a su vez se obtienen subproductos como glicerina y torta, los cuales tienen un gran potencial de ser comercializados, en la industria y como abono.

3.3.2 Aspectos neutrales

Los biocombustibles no son competitivos, por lo que la mayoría de legislaciones en el mundo tienen cuotas o mezclas mínimas obligatorias de biodiesel con combustibles fósiles.

El margen de variación de los costos de producción, de la semilla de piñón y del biodiesel de piñón, son amplios.

Establecimiento de marco regulatorio para los biocombustibles, conjuntamente con la creación de un mercado internacional o regional de biocombustibles.

La mayoría de países han creado centros o dedicado espacio y recursos de otras dependencias gubernamentales para la investigación y desarrollo de cultivos y producción de energía de recursos renovables, pero en la mayoría de los casos, con el pasar del tiempo dichas investigaciones se han redirigido hacia otros cultivos.

Estudios de rentabilidad realizados demuestran que los primeros tres años de desarrollo del proyecto no hay ganancias, siendo a partir del año cuatro hasta el año diez que existe rentabilidad en el mismo, convirtiéndose en un cultivo con un horizonte de largo plazo. (Barahona Nieto, 2012)

3.3.3 Dificultades encontradas

Mano de obra rural, poco calificada y de carácter estacional.

Excesiva reserva y celo profesional con respecto a compartir información sobre los cuidados, y forma de cultivar la planta, como manejar las cosechas y sobre los rendimientos obtenidos en cuanto a cantidades de fruto, aceite y biodiesel a partir del aceite de *Jatropha Curcas*.

Los cultivos energéticos necesitan de uso intensivo de energía, fertilizantes, agua y plaguicidas. Siendo una amenaza en las zonas más deprimidas donde existen dificultades para el acceso al agua potable y la fertilidad de los suelos es una preocupación constante.

Desde el enfoque financiero-económico, una producción a gran escala no podría desarrollarse en suelos marginales; así mismo este tipo de producción requerirá un uso intensivo de agua pudiendo generar un conflicto frente a otros usos para este recurso.

Las múltiples iniciativas, en los diferentes países para el cultivo y elaboración de biodiesel en base de piñón, siempre planificaban la construcción de grandes plantas con una gran capacidad de producción con muchas hectáreas de terrenos para cultivos, siendo la realidad que muchas de estas iniciativas quedaron en el papel,

puesto que nunca se llevaron a cabo, siendo que las pocas que se realizaron tanto la infraestructura como la cantidad de hectáreas sembradas fueron apenas una exigua parte de lo planificado.

Estudios realizados concluyen que, pese al alto costo de producción de biocombustible, es el etanol obtenido a partir de la caña de azúcar el que ofrece una mejor viabilidad comercial. (Barahona Nieto, 2012)

CAPÍTULO 4 LA PROPUESTA

4.1 Estudio organizacional

En este estudio organizacional pretendemos a indagar el modo como el proyecto de instalación de una planta de biocombustible puede llegar a formalizarse mediante la constitución de una compañía, dotándola de una estructura mediante el organigrama y las funciones a desempeñar en la misma.

4.1.1 Constitución Jurídica

Se recomienda que la planta de elaboración de biocombustible a base de aceite de piñón obtenga la personería jurídica como Compañía Anónima, constituida por acciones negociables aportadas por sus accionistas y quienes exclusivamente responderán ante terceros solo por el monto total de sus acciones. Los requisitos mínimos para la constitución de este tipo de compañía son un capital de US\$800 y dos accionistas fundadores.

4.1.2 Clasificación de Compañías

La Resolución SC-INPA-UA-G-10-005, emitida por la Superintendencia de Compañías, norma la clasificación de las compañías y se compendia en la Tabla 14:

Tabla 11 Clasificación de Compañías

Variables	Micro Empresa	Pequeña Empresa	Mediana Empresa	Grandes Empresas
Personal Ocupado	1 - 9	10 - 49	50 - 199	> 200
Valor Bruto de las ventas anuales *	< US\$100.000	US\$100.001 - US\$1.000.000	US\$ 1.000.001 - US\$ 5.000.000	>US\$5.000.000
Montos Activos	Hasta US\$ 100.000	De US\$ 100.001 hasta US\$ 750.000	De US\$ 750.001 hasta US\$ 3.999.999	>US\$4.000.000

Fuente: Superintendencia de Compañías, 2013.

* Prevalcerá el valor bruto de las ventas anuales sobre el criterio de personal ocupado.

De acuerdo con la información de los ingresos obtenidos en el año 2014:

Variables	Año 2014	Criterio Empresa
Personal Ocupado	21 empleados	Pequeña
Valor Bruto de las Ventas anuales	US\$ 997.854,58	Pequeña
Montos Activos	US\$ 713.391,37	Pequeña

Fuente: Investigación de campo, 2014.

Considerando el criterio del valor bruto de las ventas anuales se constituiría en pequeña empresa, prevaleciendo el mismo razonamiento en lo referente a la cantidad de personal empleado se ubicaría también como pequeña empresa.

Cuadro 4 Información como Compañía Anónima

RAZON SOCIAL	OFEY CORP S.A.
TIPO CONTRIBUYENTE	OTRO
OBLIGADO LLEVAR CONTABILIDAD	SI
ACTIVIDAD PRINCIPAL	ELABORACIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITE DE MATERIA PRIMA VEGETAL

Fuente: <http://www.sri.gob.ec>, 2014.

Siendo los accionistas de la compañía recién constituida, la familia del señor Oswaldo Fey Espinoza:

Tabla 12 Listado de Accionistas y Capital Suscrito

	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	% Participación	Aporte de Capital (USD)
1	Fey Espinoza Oswaldo	Ecuatoriana	25%	45 000,00
2	Fey Espinoza Xavier	Ecuatoriana	10%	18 000,00
3	Fey Espinoza América	Ecuatoriana	10%	18 000,00
4	Fey Espinoza Betty	Ecuatoriana	10%	18 000,00
5	Mora Espinoza Ronald	Ecuatoriana	10%	18 000,00
6	Aveiga Espinoza Jairo	Ecuatoriana	10%	18 000,00
7	Espinoza Vera Josefina	Ecuatoriana	10%	18 000,00
8	Espinoza Vera Mariana	Ecuatoriana	10%	18 000,00
9	Espinoza Vera Angel	Ecuatoriana	5%	9 000,00
	TOTAL CAPITAL SUSCRITO		100%	180 000,00

Fuente: Investigación de campo, 2014.

4.1.3 Organigrama de la compañía

A continuación se presenta en la Figura 5 la estructura organizacional de la empresa OFEY CORP S.A., con los cargos con que se manejan las diversas áreas de producción, comercial y administrativa.

Figura 5 Organigrama de la Compañía OFEY CORP S.A.



4.1.3.1 Descripción de Funciones

Gerente General. - El Gerente además de ser el Representante Legal de la compañía tiene la responsabilidad de velar en que los objetivos propuestos por la empresa se cumplan a cabalidad. Tiene a su cargo a los jefes de producción, de control de calidad, de finanzas y administración, de comercialización, de comercio exterior y de sistemas

Secretaria. - Reporta al Gerente General. Se encargará de las labores de recepción y servicio al cliente. Realizar y enviar la debida correspondencia interna y externa. Archivar la documentación correspondiente.

Jefe de Producción. - Reporta al Gerente General. Supervisa al personal de planta. Supervisa las actividades productivas y de requerimientos de materias primas, materiales. Supervisa el mantenimiento de maquinaria y equipos, así como el correspondiente almacenamiento de materias primas, materiales y del producto terminado.

Jefe de Control de Calidad. - Reporta al Gerente General. Encargado de todas las operaciones relacionadas con el control de la calidad del producto, y cumplimiento de las normas de salud e higiene ocupacional, así como de las normas internacionales de calidad vigentes.

Jefe Administrativo Financiero. - Reporta al Gerente General, tiene la función de cuidar el dinero de la compañía, así como la correcta distribución e inversión del mismo, además de todos los aspectos administrativos y de talento humano Supervisa al Contador General.

Jefe de Comercialización. - Reporta al Gerente General. El jefe de comercialización es el encargado de controlar y dirigir al recurso humano de ventas para que este cumpla con los presupuestos establecidos en ventas.

Jefe de Sistemas. - Reporta al Gerente General. Encargado de mantener la operatividad y disponibilidad de los sistemas de información y servicios basados en tecnologías de información y comunicaciones.

Jefe de Comercio Exterior. - Reporta al Gerente General. Es el encargado de contactar en otros países potenciales clientes interesados en la adquisición de biocombustibles y de realizar los trámites de exportación del producto.

Operarios. - Reportan al jefe de Producción y al jefe de control de calidad. Realizan las diversas actividades relacionadas con las funciones de producción, así como de control de calidad del producto.

Contador. - Reporta al jefe Administrativo Financiero. Es el encargado de controlar, evaluar, y registrar la información contable y preparar los estados financieros para los entes de control interno y externo.

Persona de limpieza. - Reporta al jefe Administrativo Financiero. Se encarga de la limpieza de la planta, de las oficinas donde funciona la compañía.

Guardianía. - Reporta al jefe Administrativo Financiero. Se encarga de la seguridad física de la planta, de las oficinas.

Ejecutivos de Ventas. - Reportan al jefe de comercialización. Son los encargados de mercadear, distribuir los productos, y realizar la gestión de cobranza de las respectivas ventas.

Chofer. - Reporta al jefe de comercialización, se encarga de transportar el producto desde la bodega hasta el lugar de entrega del producto.

4.2 Proceso de producción de biocombustibles

Para la implementación del proyecto es importante conocer el proceso de producción de biocombustibles, especialmente el de aquel que tiene como materia prima el aceite de piñón, por lo que se realiza una descripción de las distintas fuentes de materias primas que pueden ser utilizadas, las características del piñón y los rendimientos de su cultivo, así como el proceso de extracción del aceite hasta su transformación en biocombustible.

4.2.1 Materias primas para la producción de biocombustibles

La producción de biodiesel proviene de los aceites extraídos de plantas oleaginosas, especialmente del girasol, soja, colza, piñón. Sin embargo, cualquier materia que contenga triglicéridos puede utilizarse para la producción de biodiesel (girasol, colza, soja, aceites de fritura usado, sebo de vaca, grasa de pollo y de pescado, etc.). Los ácidos grasos son utilizados para la producción de biodiesel. La producción de alcanos, aldehídos y alcoholes a partir de ácidos grasos constituye una perspectiva viable para el desarrollo de otros combustibles alternativos.

Características del Piñón

El piñón se adapta a un gran rango de tipos de suelo, puede crecer en tierras áridas, semi-áridas, cascajosas, arenosas, salinas e incluso crecen en tierra pedregosa. Además, los niveles de nutrientes y de agua de los suelos donde crece el piñón suelen ser bajos, lo cual podría disminuir los costos de producción y cultivo de piñón. Al ser *Jatropha curcas* un cultivo viable en suelos marginales, detiene la erosión de los mismos y debido a que estos suelos no están siendo utilizados por otros cultivos, *Jatropha curcas* no representa una amenaza para la seguridad alimentaria.

Otra ventaja que tiene el cultivo de piñón es que produce frutos desde el primer año, a los cinco años se estabiliza y continúa produciendo frutos de buena calidad durante los siguientes 25-50 años. Asimismo, estudios indican que el piñón presenta resistencia a plagas, propiedad que puede ser muy beneficiosa en cultivos a gran escala. El cultivo de *Jatropha curcas* posee cualidades potencialmente útiles tanto para la industria energética como para el mejoramiento de suelos. Los impactos que tendría este cultivo en la prometedora rama de los biocombustibles, generaría divisas importantes para los agricultores dedicados al cultivo de esta oleaginosa.

La mayoría de investigaciones relacionadas con esta especie buscan el cultivo masivo, la producción rentable de semillas y la multiplicación vegetativa; con el objetivo de lograr eficiencia en la obtención de biocombustibles. El éxito de estos trabajos depende de la identificación del material genético de las distintas variedades y del desarrollo de cultivos genéticamente superiores. Para ello, es indispensable el conocimiento y estudio de la variabilidad genética de esta especie, lo que resalta la importancia de esta investigación, pues no se han reportado estudios genéticos previos de *Jatropha curcas* en el Ecuador.

El cultivo de *Jatropha curcas*, como recurso forestal, contribuye con la protección del suelo, mejora la incorporación de materia orgánica, evita la erosión y mejora la capacidad de retención de humedad. El piñón es una planta amigable con la naturaleza y la cual presenta algunas bondades medicinales, también es bastante reconocida por la extracción de aceite de sus semillas, para la elaboración de biodiesel y jabón, un impacto positivo al medio ambiente es la captura de carbono, otro beneficio es el uso de la torta como abono para diferentes cultivos y alimento para animales.

Sin embargo, como se observa en los datos de la Tabla 12, el impedimento para el desarrollo de proyectos de generación de Biodiesel a partir de Piñón, no radica en la disposición de tierras para el efecto, sino en la baja productividad de esta planta por Hectárea. Debido al bajo rendimiento del piñón por hectárea es que el gobierno nacional estima que el proyecto de biocombustible a base de piñón realizado en el archipiélago de Galápagos no sea replicado en el Ecuador continental.

Tabla 13 Rendimiento Comparativo del Piñón

Producto	Rendimiento Agrícola	Rendimiento de Biodiesel
Piñón (<i>Jatropha Curcas</i>)	1,5 a 5TM/Ha	-
Caña de azúcar	78 TM/Ha	5 460 l/Ha
Palma Africana	15 TM/Ha	5 555 l/Ha
Higuerilla	1 TM/Ha	---

Fuente: Situación actual de los biocombustibles en el Ecuador, octubre 2010.

4.2.2 Potenciales Beneficios del Uso de Biocombustibles a base de *Jatropha Curcas*

Entre los principales beneficios constan:

- a) Diversificación de la matriz energética / abastecimiento de energía;
- b) Disminución de las importaciones de combustibles fósiles, entre el 5 al 10% de nafta, y alrededor de 5% de diesel;
- c) Nuevas oportunidades para el desarrollo y fomento del sector agroindustrial;
- d) Aumento del rendimiento del suelo;
- e) Reducción de emisiones de CO₂, SO_x, y CO. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

4.2.3 Proceso de extracción de aceite de *Jatropha Curcas* o Piñón

Las semillas se calientan para extraer su aceite, ya sea exponiéndolas directamente al calor de la luz solar sobre lienzos de plástico negro durante varias horas, o tostándolas durante diez minutos aproximadamente. Las semillas deben ser calentadas, no quemadas. El calentamiento rompe las células de las semillas que contienen el aceite, permitiendo que fluya fácilmente. El calor adelgaza el aceite y facilita su extracción.

El aceite de *Jatropha* se purifica mediante los tres métodos descritos seguidamente:

a) “Sedimentación: Este es el método más sencillo para aclarar o limpiar el aceite, sedimentando entre 20% y 25% de las impurezas en el volumen total de aceite crudo. Este método puede durar hasta una semana.” (López Montes, 2012)

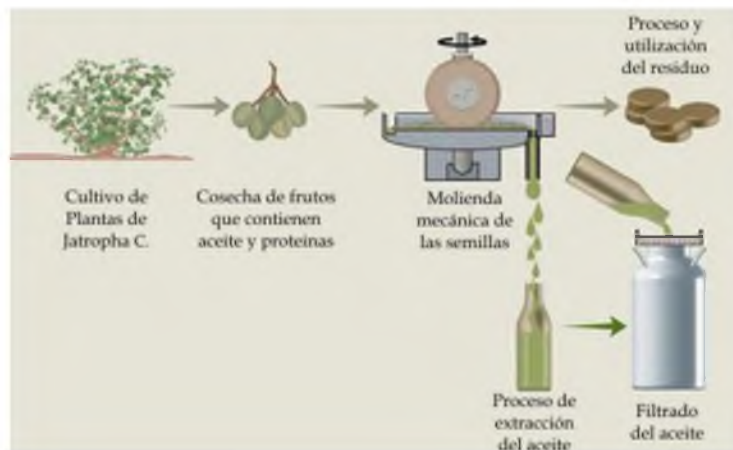
b) Hirviendo el Aceite con Agua: La purificación del aceite mediante este método resulta mucho más rápida. Se hierve el aceite con 20% de agua aproximadamente. El hervor debe continuar hasta que el agua se haya evaporado y no se presenten burbujas de vapor. Después de algunas horas el aceite se torna transparente. (López Montes, 2012)

c) Filtrado: Pasar el aceite crudo a través de un filtro, es un proceso muy lento que no tiene ventaja con respecto al método de sedimentación. Para la elaboración del biocombustible se utilizará la planta *Jatropha curcas* en proceso de maduración. Además, se utilizará compuestos químicos como hidróxido de sodio (KOH), lo cuales ayudarán al proceso de fermentación del jugo de la planta de piñón. (López Montes, 2012)

Los aceites naturales y grasas animales son un mono y triglicéridos que contienen glicerina. Para elaborar biodiesel se requiere transformar en esteres por medio de una reacción química con etanol puro, utilizando algún tipo de catalizador apropiado. Se genera glicerina, mientras el biodiesel flota encima. Catalizadores de esta reacción son el hidróxido de sodio (NaOH) y el hidróxido de potasio (KOH), la mezcla del metanol con el hidróxido de potasio forma el denominado metóxido que es un producto de manejo cuidadoso para el manejo de radiactividad. (López Montes, 2012)

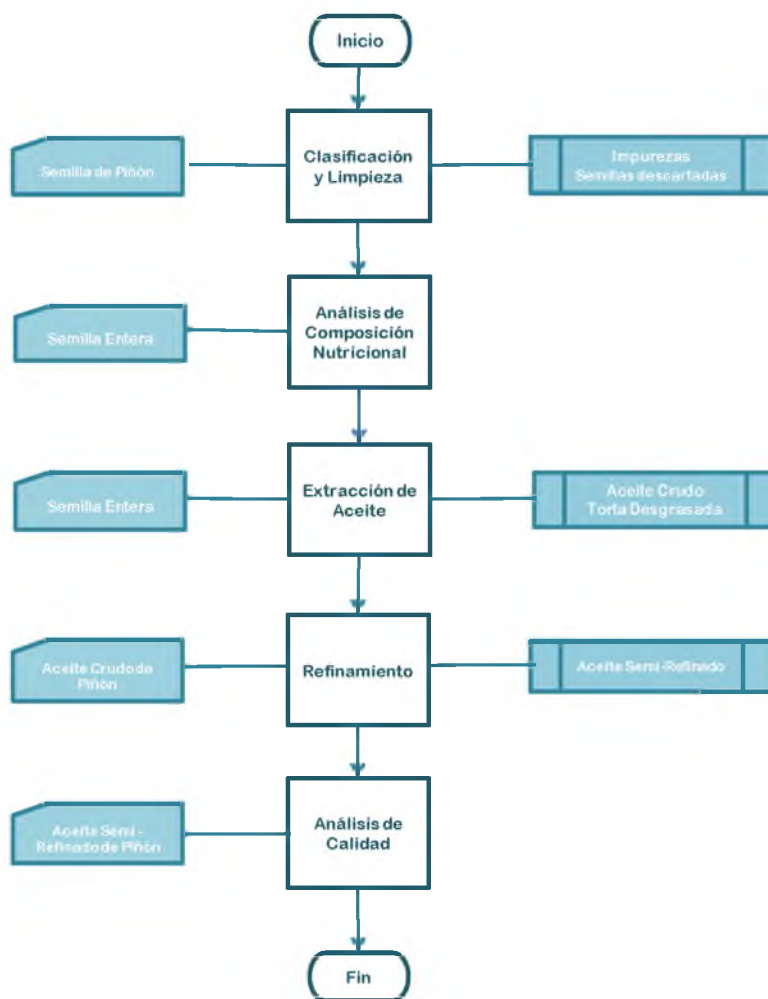
Se comienza por moler la planta de *Jatropha curcas* para extraer su jugo, el mismo que lo dejaremos fermentar mínimo por tres días. Luego del proceso de fermentación se mezcla el jugo de la fruta y se vierte en el Erlenmeyer, al cual lo colocamos sobre la tela metálica. Se deja ebulir la mezcla sobre el mechero Bunsen por cinco minutos. Transcurrido este tiempo se retira la mezcla del mechero y debe reposar alrededor de cinco a siete horas. Siendo este proceso fundamental para la extracción del biocombustible, debido a que en este tiempo se divide la mezcla en el combustible natural libre de contaminantes y residuos desechables. (López Montes, 2012)

Figura 6 Proceso de Obtención de Aceite a base de Piñón



Fuente: www.biodiesel.com

Figura 7 Flujo de Proceso de Obtención de Aceite de Piñón y Subproductos



Fuente: Espinal Méndez, Ángel Fernando; 2012.

4.2.4 Proceso de Elaboración de Biocombustibles o Biodiesel

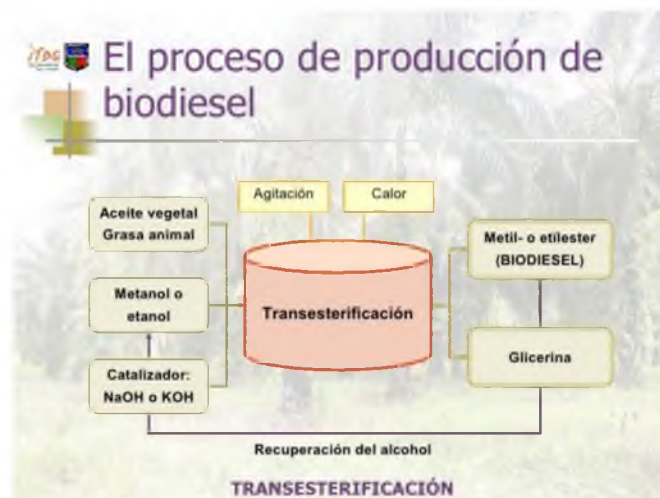
A continuación, transcribimos como se realiza la elaboración de biodiesel:

El Biodiesel resulta de una reacción química denominada transesterificación, en la que el glicerol contenido en los aceites es reemplazado por un alcohol (Metanol) ante la presencia de NaOH (soda cáustica) o KOH (hidróxido de potasio) como un catalizador.

Al inicio se calienta el aceite a la temperatura de proceso óptima, se agrega el metanol y el catalizador, se mezcla, para posteriormente, el producto sea trasladado hacia dos columnas ligadas en serie. En este momento, se realiza la transesterificación, siendo liberada glicerina pura. Los esteres son enjuagados con agua acidificada. La glicerina es separada de los esteres, allí se obtiene biodiesel de alta calidad, observando los requerimientos de los estándares de las normas americanas y europeas. El glicerol debe ser depurado antes de su utilización.

De acuerdo con los principios de la química, los triglicéridos son aceites vegetales, es decir, tres cadenas largas de ácidos grasos unidas a un alcohol, en este caso el glicerol. Si se sustituye el glicerol por metanol, se obtienen tres moléculas más cortas de ácido graso metiléster. El glicerol se recupera como un subproducto de la reacción.

Figura 8 El Proceso de Producción de Biodiesel



Fuente: <http://www.engormix.com>, 2014.

4.2.4.1 Diagrama de una planta

La descripción de cada unidad de la planta es la siguiente:

a) ***Molino de aceite.***

Los productos obtenidos son:

a.1. Aceite vegetal crudo.

a.2. Harina de alto contenido proteico (soja).

El aceite crudo es al procesarse se transforma en biodiesel y glicerol, la harina se vende como alimento para animales, después de ser sometida a otro proceso adicional.

b) ***Unidad de refinamiento y transesterificación.***

Esta unidad realiza el filtrado y remoción, catalítica o por destilación, de ácidos grasos libres. De esto se obtiene aceite vegetal refinado sin ácidos, que constituye la materia prima para la unidad de transesterificación. El aceite se transforma catalíticamente, con adición de metanol o etanol con el catalizador previamente mezclado, resultando metil o metiléster y glicerol.

c) ***Unidad de purificación y concentración de glicerol.***

Es la etapa de filtrado y purificación química, un equipo de concentración del glicerol, y el posterior almacenamiento de glicerol puro.

c.1 **Transesterificación**

El aceite ya refinado de ácidos y gomas se transforma en metil o etiléster por medio de un proceso catalítico, utilizando metanol o etanol (10% de la cantidad de aceite a ser procesado). El metiléster crudo se refina en un lavador en cascada. Si el producto se utiliza como carburante para motores, no es obligatorio realizar el proceso de destilación a menos que se desee mejorar la calidad del producto obtenido.

c.2 Refinamiento del glicerol

Luego del proceso de transesterificación se obtiene 10% de glicerol como subproducto. Este glicerol contiene impurezas del aceite en bruto, del catalizador, mono y diglicéridos y residuos de metanol. Posteriormente debe ser purificado para llegar a la calidad del glicerol técnico o con una posterior destilación, a la del glicerol medicinal (99,8%) para aceptación en el mercado nacional o internacional.

4.2.4.2 Descripción general de las Instalaciones

De acuerdo con Muñoz B., Paloma en su trabajo de investigación de fin de carrera, indica que las distintas secciones de una planta de producción de biodiesel se componen de:

- a) Áreas de carga y descarga de aceite, productos químicos, biodiesel y subproductos; donde se ubicarán los camiones cisterna y las básculas.
- b) Áreas de almacenamiento, para los aceites, biodiesel, glicerina, materias inflamables, materiales corrosivos y gomas.
- c) Área de producción propiamente dicha, donde se ubicará el área de transesterificación, tratamiento de glicerina, recuperación de metanol, esterificación, evaporación de glicerina.
- d) Área de laboratorio de calidad.
- e) Sistema contra incendio y tratamiento de aguas residuales. (Muñoz Baena, 2013, pág. 66)

La disposición de las áreas se realiza de acuerdo a los materiales tratados en cada instalación específica, considerando la facilidad de limpieza. Como protección contra pérdidas y para evitar riesgos de contaminación del suministro de agua, en algunos casos los componentes de la planta deben ser instalados en depósitos o canales herméticos.

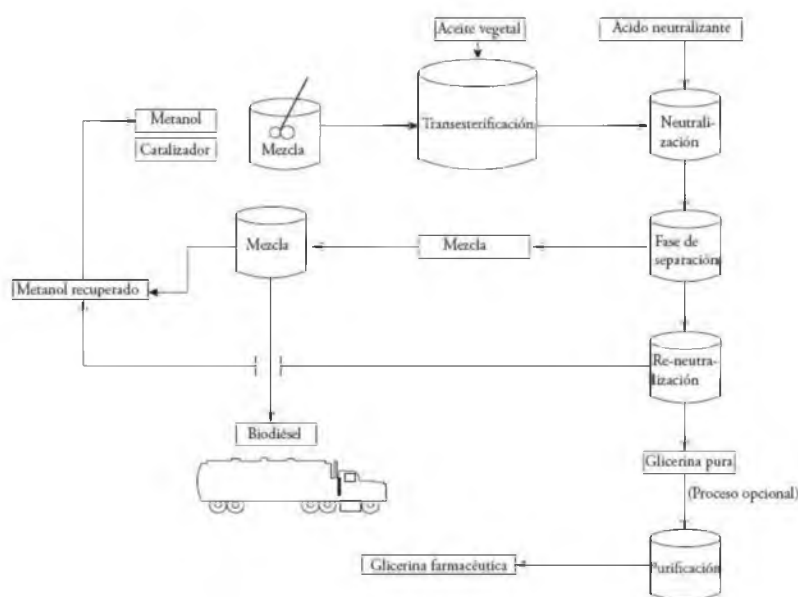
En plantas pequeñas se utiliza una unidad integrada donde la eliminación de gomas y ácidos se realiza por un intercambio catalítico y un proceso de extracción por solventes.

El metanol/etanol, glicerol, el metiléster y el biodiesel, deben almacenarse en el patio fuera de la planta, puesto que son materiales inflamables, debido al riesgo de incendio. (Muñoz Baena, 2013, pág. 68)

Existirá una zona a prueba de incendios en determinadas partes de la planta debido a la presencia de los líquidos inflamables; al respecto se deben seguir las reglamentaciones y normas pertinentes de seguridad industrial. (Muñoz Baena, 2013, pág. 69)

En la Figura 9 se puede observar claramente cómo se va realizando la elaboración del biodiesel.

Figura 9 Proceso de elaboración de Biodiesel



Fuente: www.alibio.com.ar/alibio/biodiesel.htm

4.2.4.3 Descripción de la Tecnología de una Planta de Biodiesel

La unidad de transesterificación incluye contenedores operativos de pre - almacenamiento para la materia prima, productos intermedios y finales. Adicionalmente al esquema de planta indicado, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Estaciones de servicio con agua, vapor y nitrógeno,
- b) Instalaciones para el sistema eléctrico,
- c) Instalaciones de agua potable y conexiones cloacales,
- d) Sistema de alumbrado,
- e) Sistema de comunicación,
- f) Instalación para seguridad del trabajo e industria,

- g) Instalaciones para administración, flota de vehículos,
- h) Bodega para repuestos, y materiales auxiliares,
- i) Conexión con caminos y/o carreteras. (Muñoz Baena, 2013, págs. 75-89)

Además, las capacidades estimadas de almacenamiento para:

- a) Aceite de piñón.
- b) Metanol.
- c) Metiléster.
- d) Glicerol y otros productos.

Las capacidades de almacenamiento, deben ser calculadas de acuerdo a los requerimientos de operación de la planta, de los ciclos de entrega y comercialización.

4.2.5 Diseño de la Planta Procesadora de Biodiesel para este proyecto.

De acuerdo con las fuentes consultadas tales como proveedores de plantas de biocombustible se encontraron diversos modelos de plantas procesadoras de biodiesel con diferentes capacidades de producción de biodiesel. Entre los productos propuestos por New Fuel S.A. están plantas con capacidad para 24.000 litros por día, 72.000 litros diarios y 132.000 litros diarios, estas plantas tienen las siguientes características, las mismas que se citan a manera de ejemplo dado que dicha capacidad instalada es para una demanda de combustible superior a la demanda existente para nuestro país.

Los diversos equipos que la conforman son:

Reactor, revestimiento térmico externo.

“Tubos de acero.

Agitador mecánico.

Válvula de alivio, válvula de seguridad.

Los sensores magnéticos de nivel.

Los calentadores.

Sensor electrónico de temperatura.

- a) Sensor de presión.
- b) Bomba de recirculación y de cambio.

- c) Dosificador de Metóxido.
- d) Los sensores electrónicos de nivel de óptica.”

Decants de acero.

- a) “Tubo de PPP.
- b) Condensador de reflujo de metanol.
- c) Bomba de Cambio.”

Tanque de lavandería, fabricado en acero.

- a) “Válvula de alivio, válvula de seguridad.
- b) Dosificador de Agua.
- c) Dosificador de Ácido.
- d) Los sensores ópticos electrónicos.
- e) Bomba de recirculación.”

Tanque seco, fabricado en acero reforzado.

- a) “Válvula de alivio, válvula de seguridad.
- b) Los sensores ópticos electrónicos.
- c) Bomba de vapor
- d) Control electrónico de vapor
- e) Calentadores
- f) Sensor electrónico de temperatura”

Elementos comunes a todas las unidades.

“3 bombas de intercambio.

30 electroválvulas.

2 bombas de recirculación de agua.

1 bombas para entrada y salida de fluidos.”

Circuito electrónico de control.

“CPU y micro-controladores de apoyo.

48 de salida de relé.

20 entradas analógicas.
4 entradas digitales.
Batería de respaldo.
1 Display.
1 Mando a distancia de infrarrojos.
Puerto de comunicación 485
Comunicación RS 232"

UAM (Pre-mezcla de metóxido de la Unidad de sodio)

Estas unidades preparan el metóxido en forma automática, disminuyendo el riesgo para el responsable de sustancias peligrosas asegurando la calidad y la cantidad de materia prima.

- a) Cesta interna para la carga de NaOH (hidróxido de sodio)
- b) Válvula giratoria de dosificación.
- c) Bomba de recirculación.
- d) Sensores de nivel.
- e) Dedo Frío.
- f) Tanque de recepción metóxido con capacidad diaria. (New Fuel S.A., 2012)

MR (recuperación de metanol de la Unidad de glicerol)

Esta unidad permite extraer el alcohol residual que queda atrapado en el glicerol. Junto con el condensador, incorporado en el procesador principal, recupera casi el 50% del alcohol utilizado en el proceso de elaboración de Biodiesel.

- a) 4 Intercambiadores de calor de casco y tubos.
- b) 3 recipientes de separación líquido-gas.
- c) 1 agujero de la bomba.
- d) 1 recipiente de separación líquido-líquido.
- e) 3 Bombas de líquido. (New Fuel S.A., 2012)

RC (Unidad Metanol Concentración)

Esta unidad procesa el metanol para extraer el agua que impide el proceso de transesterificación en el reactor.

La unidad consiste en:

- a) La columna de destilación.
- b) Condensador.
- c) Caldero inter (New Fuel S.A., 2012)

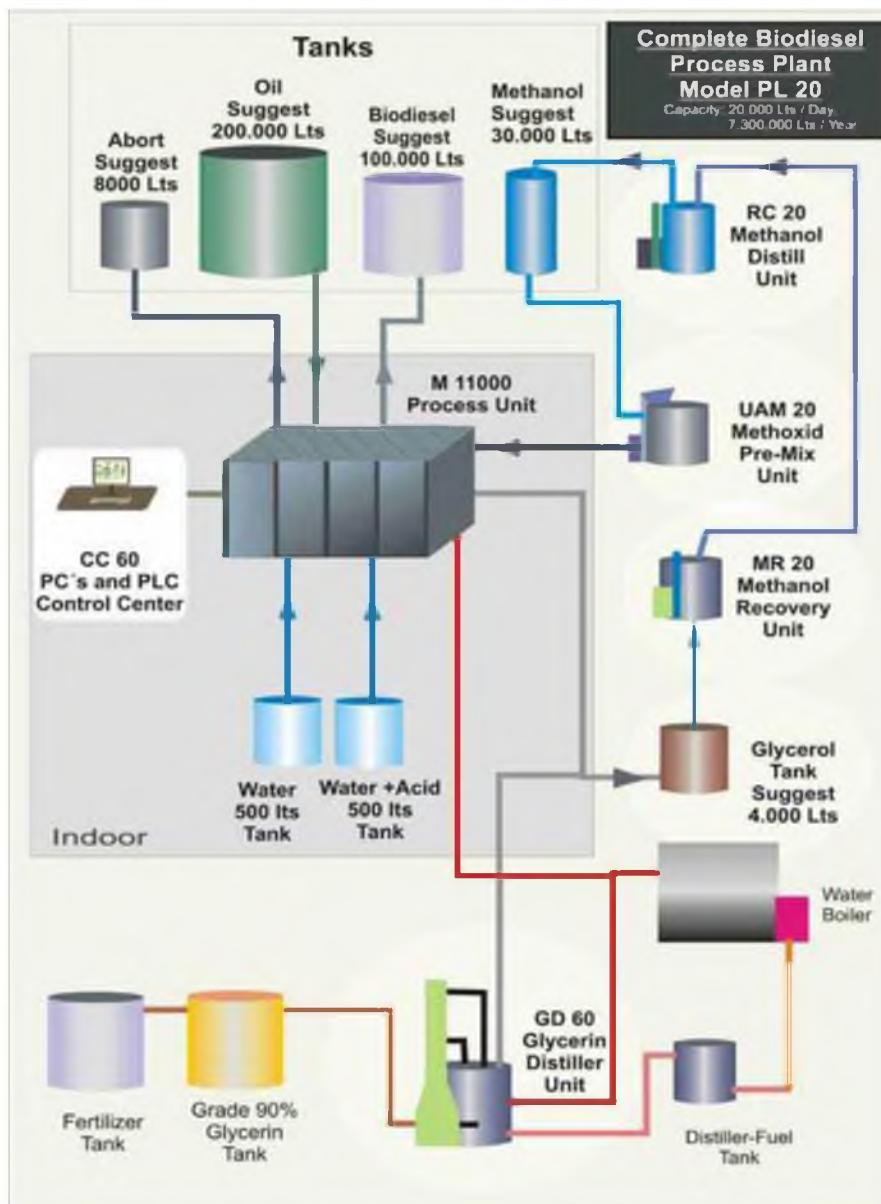
CC (Control Central).

Es el centro de la planta de proceso de biodiesel. A través de las pantallas y los PC se controla la administración de las materias primas, sus dosis y cantidades. Los tiempos, temperaturas y presión de todas las unidades están programadas ligadas al sistema. Las alarmas son recibidas por daños, falta de materias primas, etc. en cualquiera de los tanques externos, o en las unidades de proceso. (New Fuel S.A., 2012)

- a) Rack incluidos 3 CPU de control para las plantas y los tanques externos.
- b) PC PENTIUM 4 2.8GHZ 512 MB HD 80G lun 17 "
- c) Servidor para las comunicaciones de intranet.
- d) Software de Control y estadística". (New Fuel S.A., 2012)

La Figura 10 enseña, como referencia, un modelo de planta procesadora de biodiesel con capacidad de producir 20.000 litros al día/7.300.000 litros al año que representan alrededor de 1.928.456 galones al año.

Figura 10 Modelo: PL- 1000 Biodiesel Process Plants (Planta Procesadora de Biodiesel)



Fuente: www.biodieselplants.com.ar

4.2.5.1 Características de la planta de producción de biocombustibles para este proyecto

Las unidades BIO actualmente se encuentran produciendo Biodiesel de alta calidad en 24 países; tienen un robusto diseño industrial, facilidad de usar, protocolo de proceso de avanzada y relación precio / capacidad.

El modelo denominado BIO1 provee de los equipos necesarios para producir hasta 1,200 litros diarios de biodiesel por día, sin necesidad de lavar con agua o resinas. El paquete incluye el reactor BIO400m7 de séptima generación, el cual utiliza el protocolo de proceso propietario *High Temperature Pressurized* (HTP). Este protocolo permite alcanzar índices de conversión superiores al 98%.

El lavado de Biodiesel con agua genera grandes cantidades de efluentes contaminantes, que deben ser procesados antes de ser desechados; así mismo, el lavado con resinas involucra equipos de filtrado, la compra de resinas y un proceso lento y costoso. El protocolo HTP utilizado por los sistemas BIO, elimina totalmente la necesidad de lavar generando ahorros de inversión, operación y tiempo.

El Paquete BIO1 incluye:

“BIO400m7 - Reactor con sistema de recuperación de metanol
BIOHEAT400m7 - Unidad de precalentado y bombeado de aceite
BIOCLEAN – Pulidora centrífuga con filtrado a un micrón
Patín de montaje
Kit de interconexión fija entre equipos
Kit básico de Repuestos
Kit básico de Laboratorio”.

Las características con mayor detalle se muestran en el Anexo 1

Figura 11 BIO 400 M7



Figura 12 BIOHEAT 400 M7



Figura 13 BIOCLEAN M2



Una descripción más detallada se muestra en el Anexo 2

4.2.5.2 Capacidad de producción de la planta procesadora de piñón para este proyecto

Para el desarrollo del proyecto propuesto se ha considerado la instalación de una planta productora de biodiesel con capacidad para producir 2.400 litros de biocombustible diarios, lo cual es aproximadamente 792.000 litros de biocombustible en un año o cerca de 200 mil galones por año; tenemos que esta planta en un día de 24 horas produce 634 galones o 2.400 litros de biodiesel. Se considera que se va iniciar la producción con cerca del 80% de la capacidad de producción tenemos:

Tabla 14 Detalle de la Capacidad de Producción

	Litros por Año	Galones por año	Barriles por año
Capacidad de Producción	792.000	209.224,26	4.981,51
Horas	7	7	7
Días	7	7	7
Semanas al año	52	52	52

Fuente: <http://www.centralbiodiesel.com>

Debido a la casi inexistente disponibilidad de proveedores de aceite de piñón dado que según fuentes del INIAP la totalidad de la producción del aceite de piñón del Ecuador continental se destina al archipiélago de Galápagos, a continuación exponemos la cantidad de materia prima necesaria para elaborar un litro de aceite de piñón que es la materia prima principal para la obtención de biodiesel.

Tabla 15 Materia Prima para producir Aceite de Piñón

Materias Primas	Para obtener 1 Litro de Aceite de Piñón
Semilla de Piñón	30%-35% del peso

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP

Igualmente, se explican las cantidades de materia prima necesarias de acuerdo a la fórmula básica para producir un litro de biodiesel y las cantidades de acuerdo con la capacidad de la planta y la capacidad inicial de producción del 80% del total de la planta:

Tabla 16 Materia Prima para producir Biodiesel

Materias Primas	Cantidades		
	1 Litro de Biodiesel	Capacidad Total Planta	Capacidad 80% Planta
Aceite de Piñón (Lts.)	1,00	792.000,00	633.600,00
Metanol (Lts.)	0,15	270.149,11	216.119,29
Hidróxido de Sodio (Kg.)	0,0034	8.820,94	7.056,75

Fuente: <http://www.bioenergyweb.com.ar/index.php/preguntas-bioenergy>

Tabla 17 Producción Anual de Biodiesel y Glicerol en litros

Meses	Producción de Biodiesel en Litros	Producción de Glicerol en Litros
Enero	30.000,00	3.000,00
Febrero	33.000,00	3.300,00
Marzo	35.000,00	3.500,00
Abril	45.000,00	4.500,00
Mayo	48.000,00	4.800,00
Junio	52.600,00	5.260,00
Julio	55.000,00	5.500,00
Agosto	60.000,00	6.000,00
Septiembre	65.000,00	6.500,00
Octubre	70.000,00	7.000,00
Noviembre	70.000,00	7.000,00
Diciembre	70.000,00	7.000,00
Total	633.600,00	63.360,00

Con respecto a la producción del subproducto glicerol que se obtiene al lavar y filtrar el biodiesel, es importante recalcar que por cada 100 litros de biodiesel se obtienen 10 litros de glicerol.

4.2.6 Proceso de Funcionamiento de una Central Termoeléctrica.

Una central termoeléctrica es una instalación empleada para la generación de energía eléctrica a partir de calor. Este calor puede obtenerse tanto de combustibles fósiles (petróleo, gas natural o carbón) como de la división nuclear del uranio u otro combustible nuclear o del sol como las solares termoeléctricas y de otros tipos de biocombustibles. Las centrales que en el futuro utilicen la fusión también serán centrales termoeléctricas.

En su forma más clásica, las centrales termoeléctricas consisten en una caldera en la que se quema el combustible para generar calor que se transfiere a unos tubos por donde circula agua, la cual se evapora. El vapor obtenido, a alta presión y temperatura, se expande a continuación en una turbina de vapor, cuyo movimiento impulsa un alternador que genera la electricidad. Luego el vapor es enfriado en un condensador donde circula por tubos agua fría de un caudal abierto de un río o por torre de refrigeración.

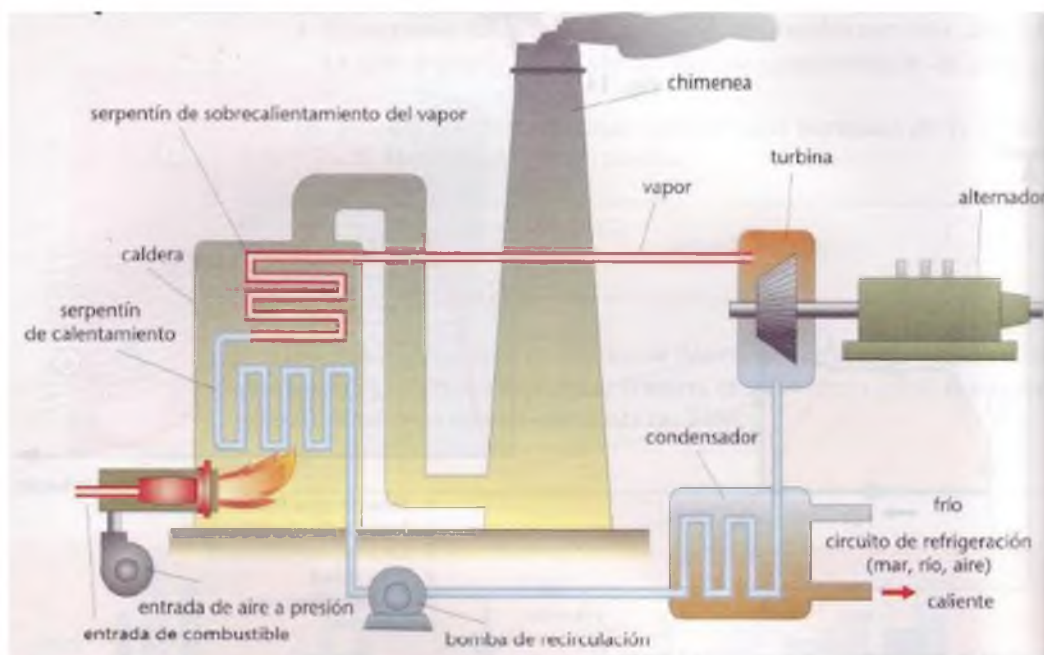
En las centrales termoeléctricas de ciclo combinado se usan los gases de la combustión del gas natural para mover una turbina de gas. En una cámara de

combustión se quema el gas natural y se inyecta aire para acelerar la velocidad de los gases y mover la turbina de gas. Como, tras pasar por la turbina, esos gases todavía se encuentran a alta temperatura (500 °C), se reutilizan para generar vapor que mueve una turbina de vapor. Cada una de estas turbinas impulsa un alternador, como en una central termoeléctrica común. El vapor luego es enfriado por medio de un caudal de agua abierto o torre de refrigeración como en una central térmica común. Además, se puede obtener la cogeneración en este tipo de plantas, al alternar entre la generación por medio de gas natural o carbón. Este tipo de plantas está en capacidad de producir energía más allá de la limitación de uno de los dos insumos y pueden dar un paso a la utilización de fuentes de energía por insumos diferentes.

Las centrales térmicas que usan combustibles fósiles liberan a la atmósfera dióxido de carbono (CO₂), considerado el principal gas responsable del calentamiento global. También, dependiendo del combustible utilizado, pueden emitir otros contaminantes como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas sólidas (polvo) y cantidades variables de residuos sólidos. Las centrales nucleares pueden contaminar en situaciones accidentales y también generan residuos radiactivos de diversa índole.

La Figura 14 hace ostensible la realización del proceso de generación de electricidad.

Figura 14 Proceso de generación de electricidad de una central termoeléctrica.



Fuente: <http://www.fluidosytermodinamicadmvc.blogspot.com>, 2014.

4.2.6.1 Características de los motores a diesel en centrales termoeléctricas.

Los motores son fabricados por *Mitsubishi Heavy Industries Ltd.* del Japón, pero con licencia de *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN)* dueña de la patente. Son motores de diseño antiguo y su período de vida útil es aproximadamente de 80.000 a 120.000 horas de operación. La central cuenta con un sistema de refrigeración de doble circuito de agua; uno de circuito cerrado, que utiliza agua pura para refrigerar el motor e inyectores y el segundo de circuito abierto, usado para refrigerar los aceites lubricantes y el agua de refrigeración del motor mediante intercambiadores de calor. Para la refrigeración del agua del circuito secundario se ha construido una torre de refrigeración.

Se cuenta además con un sistema de recuperación de calor instalado a la salida de los gases de escape de cada motor, con lo que la central puede disponer de vapor suficiente para el tratamiento del combustible pesado y sus labores de limpieza. Son motores con ciclos de cuatro carreras, tipo V enfriados por agua, tipo de émbolo de tronco, motor diesel turboalimentado con enfriador de aire.

Las características generales de estos motores se muestran en el Anexo 3

Características Generales

- a) Capacidad de la sobrecarga 10% (1 hora por cada 12 horas).
- b) Velocidad media del émbolo 7.2 m/s.
- c) Presión efectiva media neta 13.5 Kg. /cm².
- d) Dirección de rotación, en el sentido de las agujas del reloj, viendo el rotor desde el lado de acoplamiento (lado generador).
- e) Peso del motor 110 toneladas.

El motor está acoplado rígidamente a un generador sincrónico, que girando a la misma velocidad genera 5.200 Kw de potencia a la salida del generador. El motor está construido por tres piezas principales: Bancada o bastidor, soporte, puente de los dos blocks de cilindros y las dos hileras de blocks de cilindros, todas las partes están sujetas por pernos y selladas con empaque líquido o juntas de caucho. Se halla equipado con un solo turbo cargador y dos enfriadores utilizados para mantener una temperatura del aire de carga a no más de 500C a la entrada de los cilindros.

Los motores son lubricados por tres circuitos independientes: Circuito principal, con aceite grado SAE 40 y TBN 20, para lubricar el cigüeñal y sus cojinetes, árbol de levas, tren de engranes de distribución, incluyendo el cojinete de pedestal del generador. Con el mismo aceite, pero en circuito independiente se lubrican los balancines y válvulas. Con aceite grado SAE 40 y TBN 40, se lubrican los cilindros, mediante bombas individuales de pistón que impulsan el lubricante a los cilindros a una presión de 80 kg/cm².

El sitio de lubricación está dispuesto a la altura de los anillos 1 y 2 cuando el pistón se halla en el punto muerto inferior, con lo que se asegura una eficaz distribución para neutralizar los ácidos producidos por la combustión y lubricar todo el cilindro en su tramo de trabajo. Además, el turbo cargador tiene un circuito de lubricación independiente, con aceite mineral sin aditivos básicos. El motor está equipado para su control con un regulador óleo – mecánico automático tipo UG – 40. Se trata de un regulador de velocidad variable con torque de salida de 40 lb – pie.

4.3 Estudio de mercado

4.3.1 Localización

La ubicación de la planta de elaboración de biocombustible a base de piñón conjuntamente con las oficinas administrativas estará ubicada en la parroquia Chongón del Cantón Guayaquil, a la altura del kilómetro 25 de la vía la costa en un terreno de aproximadamente 10 Ha, propiedad de la familia Fey Espinoza.

4.3.2 Análisis de la Industria y las 5 Fuerzas de Porter⁵

Este modelo establece un marco para analizar el nivel de competencia dentro de una industria, y poder desarrollar una estrategia de negocio. El análisis deriva en la articulación de las 5 fuerzas que determinan la intensidad de competencia y rivalidad en una industria, y por lo tanto, en cual atractiva es esta industria en relación a oportunidades de inversión y rentabilidad.

⁵ El análisis de las cinco fuerzas de Porter es un modelo estratégico elaborado por el ingeniero y profesor Michael Porter de la Escuela de Negocios Harvard, en el año 1979

4.3.2.1 Barreras de Entrada

Barrera de entrada baja por ser nuevos en la industria, el costo de producción es relativamente elevado, así como la inversión inicial es alta, lo que asegura que no existen muchos competidores pugnando por entrar en la industria al mismo tiempo.

4.3.2.2 Poder de Negociación de Proveedores

El poder de negociación de los proveedores no ejerce una presión tan fuerte, por cuanto corresponden a los pequeños y medianos agricultores dedicados al cultivo de piñón así como también a dueños de terrenos utilizados para alguna otra actividad en las que utilizan las plantaciones de piñón como cercas vivas, por lo que se ven obligados a vender el producto de sus cosechas a los productores de biodiesel.

La instalación de nuevas plantas productoras de biocombustibles a base de *Jatropha curcas* va a ejercer una presión sobre la demanda de esta materia prima, lo que generaría un incremento en el precio de la semilla de piñón pero a su vez haría que más agricultores se vean interesados en dedicarse al cultivo de este producto lo que con el tiempo equilibraría el precio por el aumento tanto de la demanda como de la oferta del producto.

4.3.2.3 Poder de Negociación de los compradores

Localmente el principal comprador de biocombustible es el Estado Ecuatoriano, para el abastecimiento de las centrales termoeléctricas en las islas Galápagos, para llevar a cabo su proyecto de *Cero combustibles fósiles*, por lo que tendría un poder de negociación elevado; sin embargo no hay la suficiente oferta local del producto y su proyección es expandir la generación de energía con biocombustibles para todas las islas, ya que este proyecto es aplicado únicamente en la Isla Floreana, lo que le restaría poder de negociación y estaría sujeto a las condiciones de los productores de biocombustible para proveerse del mismo y pueda llevar a cabo dicho proyecto.

A nivel internacional existe un grupo importante de compradores de biocombustible, principalmente fábricas responsables con el medio ambiente o que por normativa legal requieren disminuir la contaminación ambiental, pero debido a la escases de oferta de biocombustibles se disminuye su poder de negociación y sólo en

condiciones en las cuales logran consolidar grupos de poder como agremiaciones o sindicatos, podrían tener mayor capacidad de injerencia en el mercado. La sensibilidad de los clientes ante los precios del biodiesel genera un moderado poder de negociación en la medida en que la fluctuación de los precios afecte su economía y finanzas empresariales. Un ejemplo de ello es el cambio a productos sustitutos con similares características, con costos más bajos y relativamente estables. Además, la posibilidad de encontrar productos sustitutos en el mercado es extensa y el cambio de producto es relativamente sencillo para los consumidores, lo cual podría dar un poder de negociación considerable.

4.3.2.4 Productos Sustitutos

Existen muchos productos sustitutos como materias primas para producir biodiesel, tales como: el girasol, la colza, la soja y el coco; y los aceites de frutos oleaginosos como la palma, lo cual genera una alta sensibilidad de los clientes ante las variaciones de precios, derivando su demanda sobre aquellos biocombustibles con menor precio, independiente de la materia prima con la que son fabricados. En Ecuador se utilizan semillas de girasol y canola para la generación de aceites para consumo humano y la higuera se utiliza para la elaboración de biodiesel.

La existencia de biocombustibles alternativos a base de: Aceite de *Brassica carinata*, Aceite de *Cynara cardunculus*, Aceite de *Camelina sativa*, Aceite de *Crambe abyssinica*; Aceites de fritura usados, Aceites de otras fuentes tales como: producciones microbianas, y de microalgas, genera una alta competencia de productos sustitutos.

A pesar de existir una amplia variedad de productos sustitutos para la producción de biocombustibles, se busca explotar las ventajas comparativas y beneficios del piñón como materia prima para su elaboración, su alta resistencia a suelos áridos y semiáridos, su utilización como cerca viva en terrenos donde se pueden cultivar otros productos, su alto contenido de aceite, el ser un producto no comestible, hacen del mismo una mejor opción para fomentar su cultivo como suministro para la producción de biocombustible.

4.3.2.5 Nivel de Rivalidad entre los competidores en el interior de la industria

Las empresas tratan de responder ante las necesidades de los distintos segmentos del mercado a través de nuevas mezclas comerciales manejando precios, o productos, para que la industria sea más rentable y pueda expandirse a nuevas fronteras industriales y comerciales. Esto puede darse, siempre y cuando se mantenga un proceso sostenible de mejoramiento e innovación en todas las áreas industriales que ofrezcan una relación costo-beneficio menor al producir biodiesel. La rivalidad industrial se ve representada con mayor fuerza en el ámbito de la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías que contribuyan a la reducción de los costos de producción del biodiesel frente a otros productos similares o sustitutos.

Ante esta situación con el presente proyecto se busca invertir en tecnologías que permitan alcanzar la máxima eficiencia en la extracción de aceite de piñón para la producción de biocombustible, de tal forma que se pueda competir en cuanto a costos con industrias fabricantes de biocombustibles a partir de otras materias primas, así mismo minimizar la estructura organizacional de la fábrica, reduciendo los gastos fijos de producción, para obtener un margen de rentabilidad atractivo y utilizar técnicas modernas y certificadas de producción que permitan vender el producto en mercados europeos.

4.3.3 Listado de Factores Internos de la producción de Biodiesel a base de Piñón

Fortalezas

- a) Al funcionar como aditivo oxigenante, remplace aditivos nocivos para la salud humana (plomo, MTBE) que ocasionan cáncer.
- b) No requieren del uso de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, etc.) Son altamente eficientes para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), particularmente de CO y CO₂.
- c) Al no competir con la función alimentaria, de manera que no son un sustituto a los alimentos.

Debilidades

- a) Alta dependencia del petróleo

- b) Mayor comercialización de mezclas de etanol con gasolina con respecto a la mezcla de biodiesel de piñón con gasolina, para el funcionamiento de motores.
- c) La producción de biocombustibles tiene un costo relativamente más elevado que los combustibles fósiles,
- d) Para la producción, almacenamiento y transporte de biocombustibles se requieren grandes cantidades de insumos (además de la tierra y el agua) cuya producción y transporte también demandan cantidades de energía.
- e) El cultivo de insumos para la producción de biocombustibles ha ocasionado un proceso de deforestación, de bosques, praderas y pasturajes.

4.3.4 Listado de Factores Externos de la producción de Biodiesel a base de Piñón

Amenazas

- a) Existen otros cultivos alternativos para el piñón como las microalgas, además del uso de lignocelulosa, biomasa, y PPT (Diesel 2 con reciclaje de plástico) para la producción de biocombustibles.
- b) Alto riesgo económico para inversiones en plantaciones grandes.
- c) La tendencia a la baja de los precios del petróleo.
- d) Volatilidad de los precios de los insumos.
- e) Los bosques templados y húmedos, praderas y pasturajes han sido el entorno de pueblos nativos ligados a la agricultura campesina. Lo que ha motivado el traslado de los aborígenes y su paso del campo a la indigencia. Por que al dejar de producir sus bienes para autoconsumo, por otro pierden el uso de las reservas, se exponen a la explotación laboral, reciben pagos exiguos, siendo posibles víctimas del encarecimiento de los precios de los alimentos y por ente enfrentar una posible privación de los mismos.

Oportunidades

- a) Aumenta el valor de los productos agrícolas de los que procede, mejorando los ingresos y el nivel de vida de los habitantes de comunidades rurales.
- b) Los costos de producción, en el largo plazo, podrían decrecer respecto a los actuales biocarburantes.

- c) El transporte (terrestre, marítimo, aeronáutico) depende en un 95% del petróleo, no existen aún alternativas para los buques movidos con fuel - oíl, camiones movidos con diesel y aviones movidos con turbo combustible.
- d) Los carros eléctricos que inician su incursión en el mercado, exigen baterías pequeñas, livianas, y rápidamente recargables, lo cual a pesar de los avances tecnológicos no ha podido conseguirse, por lo que seguirá predominando la fabricación de vehículos a base de combustibles.
- e) Existen sectores industriales que no pueden operar con la electricidad renovable como la producción de hierro, acero, vidrio, cemento y ladrillos y los tractores y maquinarias agrícolas, por lo que seguirán requiriendo el consumo de combustibles.

Tomando como base toda la información descrita hasta el momento hemos elaborado una matriz FODA y su correspondiente matriz de riesgo para el proyecto de elaboración de biocombustible a base de *Jatropha curcas* para proveer a las centrales termoeléctricas del Ecuador.

4.3.5 Análisis FODA para Biocombustibles elaborados con Piñón

Cuadro 5 Matriz FODA para Biocombustibles

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Facilidades para la compra de semilla de Piñón (<i>Jatropha curcas</i>) en las provincias de Manabí y Guayas.	Alta dependencia a los combustibles fósiles
Mano de Obra disponible de las comunidades agrícolas.	Rendimiento de productividad por hectárea cultivada de piñón es muy baja, lo que podría ocasionar una baja oferta del aceite de piñón proveniente de los productores.
Creciente reconocimiento e importancia de los combustibles elaborados con materias primas vegetales no fósiles.	No existe un proyecto denominado Cero Combustibles Fósiles para las provincias del Ecuador Continental.
Cultivo que no compite con cultivos agrícolas alimenticios.	Dentro del Plan Maestro de Electrificación del Ecuador los Proyectos de Energía Renovable representan menos del 1% del sector eléctrico.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Altos precios del petróleo que incentivan la compra de biocombustibles (efecto sustitución).	Alta volatilidad de los precios del petróleo que incentivan el consumo de este combustible.
Existencia de créditos provenientes del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) FOMIN (Fondo Multilateral de Inversiones) destinados a desarrollar el sector de biocombustibles en Latinoamérica.	Políticas Estatales de combustibles fósiles tales como la existencia de subsidios a los combustibles fósiles.
Desarrollo del Proyecto Piloto de Biocombustibles para Guayaquil del Ministerio de Coordinación de la Producción Empleo y Competitividad.	Retrasos en la aprobación de la Ley de Biocombustibles

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Instalación en el futuro de plantas térmicas en todas las Islas del Archipiélago de Galápagos	Intereses económicos de las grandes compañías productoras de combustibles fósiles
La existencia del mercado externo de biocombustible que en su mayoría importa biocombustible de países de Latinoamérica	Existencia de otros proyectos en otras regiones del país que utilizan energía proveniente de la utilización de residuos orgánicos, de residuos petroleros, y de otros tipos de energías renovables tales como la energía eólica y solar.
Existencia de demanda insatisfecha en el mercado interno ecuatoriano de combustible.	Rápida obsolescencia debido a los cambios tecnológicos en la industria.
Existencia del Plan del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) denominado Cero Combustibles Fósiles para Galápagos	

4.3.6 Resumen del análisis de la Matriz FODA

Las fortalezas principales de este proyecto están en la disponibilidad de la materia prima (*Jatropha curcas*) en las provincias de Manabí y Guayas, además de la disponibilidad de la mano de obra de las comunidades en las referidas provincias.

Dentro de las oportunidades, está el efecto sustitución de los combustibles de origen fósil (petróleo) frente a combustibles de origen vegetal que además ayuden en la mitigación de los efectos ambientales; el creciente apoyo gubernamental a estas iniciativas en las diferentes dependencias estatales como el Ministerio de Electricidad y Energías Renovable (MEER), Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), y la facilidad de obtener financiamiento externo de organismos tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y cooperación de gobiernos de países identificados con estos proyectos.

No obstante, las múltiples oportunidades señaladas, existen debilidades y amenazas tales como el rendimiento por hectárea cultivada de piñón es muy baja en comparación con el rendimiento por hectárea cultivada de caña de azúcar. El proyecto existente para el Archipiélago de Galápagos de *Cero Combustibles Fósiles para Galápagos* no se ha replicado para el resto de las provincias del Ecuador continental.

Además de una baja imprevista de los precios del petróleo, la existencia de subsidios para la compra de combustibles fósiles, y la lentitud en la aprobación y reformas del marco legal para los biocombustibles en el Ecuador.

4.3.7 Matriz de Riesgos de Biocombustibles

La matriz de riesgos nos ayuda a identificar el grado de incidencia que los eventos o exposiciones peligrosas de carácter interno o externo puedan tener en el desarrollo del proyecto, con el fin de gestionar eficaz y oportunamente dichos riesgos y poder garantizar resultados concordantes con los objetivos del proyecto.

Escala de Medición

Riesgo	Calificación	Puntaje
Sin Riesgo	A+	1
Bajo	A-	2
Medio	B+	3
Medio Alto	B-	4
Alto	C+	5

Cuadro 6 Matriz de Riesgos de Biocombustibles elaborados con Jatropha Curcas (Piñón)

FODA	RIESGO	Calificación	Puntaje
FORTALEZAS			
Facilidades para la compra de semilla de Piñón en las provincias de Manabí y Guayas.	Sin Riesgo	A+	1
Mano de Obra disponible de las comunidades agrícolas.	Sin Riesgo	A+	1
Creciente reconocimiento e importancia de los combustibles elaborados con materias primas vegetales no fósiles.	Sin Riesgo	A+	1
OPORTUNIDADES			
Volatilidad de precios del petróleo que incentivan la compra de biocombustibles (efecto sustitución).	Sin Riesgo	A+	1
Existencia de créditos provenientes del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) FOMIN (Fondo Multilateral de Inversiones) destinados a desarrollar el sector de biocombustibles en Latinoamérica	Sin Riesgo	A+	1
Desarrollo del Proyecto Piloto de Biocombustibles para Guayaquil del Ministerio de Coordinación de la Producción Empleo y Competitividad.	Medio	B+	3
Existencia del Plan del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) denominado Cero Combustibles Fósiles para Galápagos	Sin Riesgo	A+	1
Instalación en el futuro de plantas térmicas en todas las Islas del Archipiélago de Galápagos	Medio	B+	3
Existencia de demanda insatisfecha en el mercado interno ecuatoriano de combustible.	Bajo	A-	2
La existencia del mercado externo de biocombustible que en su mayoría importa biocombustible de países de Latinoamérica.	Bajo	A-	2
DEBILIDADES			
Alta dependencia a los combustibles fósiles	Medio	B+	3
Rendimiento de productividad por hectárea cultivada de piñón es baja, lo que podría ocasionar una baja oferta del aceite de piñón proveniente de los productores.	Medio	B+	3

FODA	RIESGO	Calificación	Puntaje
No existe un proyecto denominado Cero Combustibles Fósiles para las provincias del Ecuador Continental.	Medio	B+	3
Dentro del Plan Maestro de Electrificación del Ecuador los Proyectos de Energía Renovable representan menos del 1% del sector eléctrico.	Medio Alto	B-	4
AMENAZAS			
Baja imprevista de los precios del petróleo que incentivan el consumo de este combustible.	Alto	C+	5
Políticas Estatales de combustibles fósiles tales como la existencia de subsidios a los combustibles fósiles.	Alto	C+	5
Intereses económicos de las grandes compañías productoras de combustibles fósiles	Alto	C+	5
Existencia de otros proyectos en otras regiones del país que utilizan energía proveniente de la utilización de residuos orgánicos, de residuos petroleros, y de otros tipos de energías renovables tales como la energía eólica y solar.	Medio Alto	B-	4
Rápida obsolescencia debido a los cambios tecnológicos en la industria.	Medio	B+	3
PROMEDIO	Medio	B+	2,68

Fuente: Investigación de campo

4.3.7.1 Resumen del Análisis de la Matriz de Riesgos

Como se puede observar en el Cuadro 6 de la Matriz de Riesgos del proyecto de establecimiento de una planta de elaboración de biocombustible a partir de *Jatropha curcas* (piñón) para proveer de energía a las centrales térmicas del Ecuador, luego de considerar todos los puntajes da como resultado en promedio RIESGO MEDIO, dado que la calificación es B+ con un puntaje de 2,68, lo cual hace que el proyecto tenga un nivel de riesgo aceptable como para poder ser emprendido.

4.3.8 Estructura de la Matriz Energética del Ecuador

Luego tenemos la estructura de la matriz energética del Ecuador, en cuanto a la distribución del origen de la materia prima de los combustibles y biocombustibles. También se indica la estructura en base a la oferta, la transformación y el consumo intermedio como el consumo

Tabla 18 Matriz Energética del Ecuador

Fuente Energética	Porcentaje
Petróleo	83%
Hidroenergía	7%
Gas Natural	4%
Leña	3%
Productos de Caña	3%
TOTAL	100%

Fuente: Agrocombustibles: Energía que extingue a la Pachamama, 2011.

Cuadro 7 Estructura de Matriz Energética del Ecuador

	Energéticos	Petróleo	Gas Natural	Hidroenergía	Leña	Productos Caña	Total Primarias	Electricidad	GLP	Gasolinas	Kerosene/Jet	Diesel	Fuel Oil	Gases	No Energético	Total Secundarias	TOTAL
Actividades																	
Producción																	
Exportación																	
Importación				Oferta Primaria							Oferta Secundaria						
Variación de Inventario																	
No Aprovechado																	
OFERTA TOTAL																	
Refinería																	
Centrales Eléctricas																	
Autoprodutores																	
Centro de Gas																	
Carbonera								Transformación									
Coquería/Horno																	
Destilería																	
Otros Centros																	
TRANSFORMACIÓN TOTAL																	
Consumo Propio				Consumo Propio, Pérdidas y Ajustes													
Pérdidas																	
AJUSTE																	
Transporte																	
Industria																	
Residencial								Consumo Final									
Comercial, Servicio Público																	
Agro, pesca, minería																	
Construcción Otros																	
CONSUMO ENERGETICO																	
No Energético																	
CONSUMO FINAL																	

De igual forma en el Cuadro 7, es importante resaltar la cantidad de energía térmica en base al aceite de piñón consumida por la Región Insular de Galápagos, que es de alrededor de 4.851,75 galones anuales durante el año 2014, evidenciando una disminución de 35,31% con respecto al año 2013. Así mismo, se puede evidenciar que el rendimiento del aceite de piñón es de 9,83 kwh/Gal en el año 2014 que con respecto al año 2013 disminuyó en 87,85%.

Tabla 19 Balance de Energía de la Región Insular de Galápagos

Parámetro	2012	2013	2014
Energía Bruta (kWh)	39.141.784,00	40.327.664	47.414.558
Energía Térmica Diesel (kWh)	36.638.945,80	36.820.347	42.276.237
Energía Térmica aceite Piñón (kWh)	87.721,20	156.532	48.698
Energía Eólica (kWh)	2.398.373,00	3.489.959	3.864.393
Energía Fotovoltaico (kWh)	16.744,00	17.358,00	1.225.229,38
Energía Facturada Total (kWh)	36.211.801,18	36.778.706,47	42.106.595,00
Consumo Diesel (Galones)	2.855.511,30	2.692.151,20	2.692.151,20
Consumo aceite piñón (Galones)	8.125,10	13.741,70	4.851,75
Rendimiento (kWh/Gal.)	12,83	13,59	13,50
Rendimiento aceite piñón (kWh/Gal.)	10,8	11,19	9,83
Clientes	9.230	9.722	10.259

Fuente: Elecgalápagos, 2014.

4.3.9 La Demanda de Biocombustibles en el Ecuador

En este numeral intentamos estudiar la demanda de biodiesel local, sin embargo, es importante puntualizar lo siguiente que menciona el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones (Proecuador) con respecto al Decreto N° 1303 del 17 de septiembre de 2012. (Proecuador, 2013, pág. 17):

El Gobierno en el Decreto N° 1303 (Decreto N° 1303, 2012), dispuso que en un plazo de ocho meses el diesel de origen fósil que se consume en el país tenga una mezcla de 5% de biodiesel y que se vaya incrementando hasta alcanzar el 10%. (Proecuador, 2013).

Para cumplir con el requerimiento de mezcla de diesel al 5% con biodiesel se requieren aproximadamente 240 millones de litros de biodiesel al año. Este requerimiento se irá incrementando hasta alcanzar 480 millones de litros al año con una mezcla al 10%. (Proecuador, 2013, pág. 17).

La proyección de la demanda de biodiesel tiene como base un crecimiento anual del 5% tomando como base el valor del año 2013. Este valor se considera conservador ya que el crecimiento histórico en promedio se sitúa alrededor del 4%; sin embargo, las condiciones de la economía y la incertidumbre en una recuperación a corto plazo, aconsejan una proyección de crecimiento moderada para coadyuvar al

cumplimiento de la meta del Gobierno de obtener una mezcla de un 10% de diesel con biodiesel.

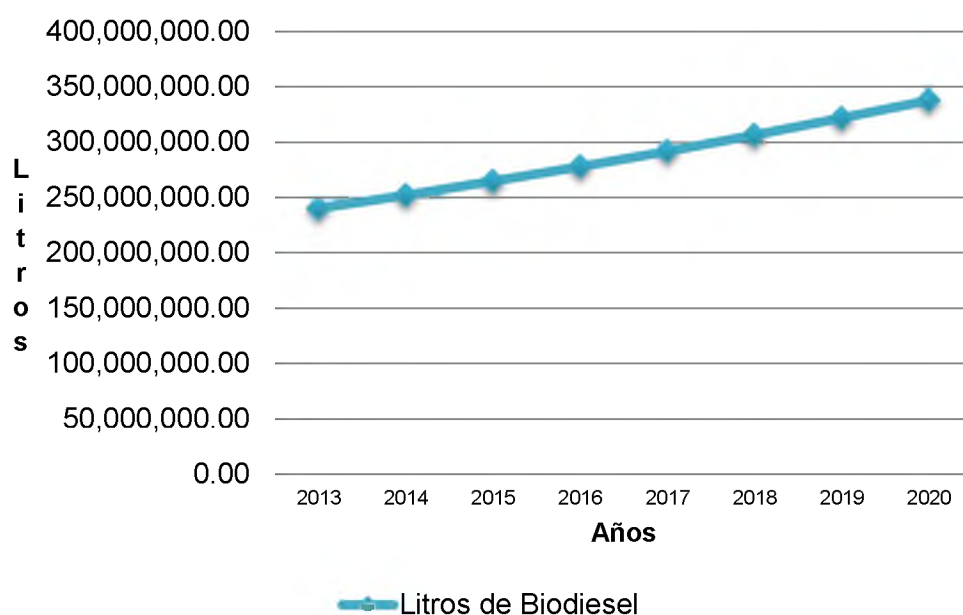
Tabla 20 Demanda Proyectada de Biodiesel

DEMANDA DE BODIESEL		%
Años	Litros	
2013	240.000.000,00	5%
2014	252.000.000,00	5%
2015	264.600.000,00	5%
2016	277.830.000,00	5%
2017	291.721.500,00	5%
2018	306.307.575,00	5%
2019	321.622.954,00	5%
2020	337.704.102,00	5%

Como se puede observar en la Tabla 20 y Figura 15, tomando la demanda anual de biodiesel en el año 2013, a partir del año 2014 se ha proyectado un crecimiento del 5% hasta el año 2020. Se han considerado estas tasas de crecimiento conservadoras debido a que si bien es cierto, los biocombustibles son una fuente potencial de energía renovable y están generando nuevos y grandes mercados para los productores agrícolas de la materia prima y el sector de elaboración de biodiesel; sin embargo, actualmente existe el desarrollo de programas de biocombustibles únicamente en la Región Insular, siendo muy pocos los proyectos impulsados en el Ecuador continental, por lo que se considera un crecimiento moderado de la demanda. Así mismo, pocos proyectos podrían ser viables económica y financieramente en el Ecuador, tanto a nivel público como privado.

En el Ecuador, el desarrollo del mercado de los biocombustibles tiene una perspectiva elevada de crecimiento para garantizar la demanda local de biodiesel programada por el Gobierno dentro de la transformación de la matriz productiva, lo que crea oportunidades de inversión.

Figura 15 Demanda Proyectada de Biodiesel



4.3.10 Potenciales compradores

Tabla 21 Listado de potenciales compradores a nivel interno

País	Nombre empresa	Observaciones
Ecuador	Central Termoeléctrica Galápagos	Requerimientos o pedidos puntuales y específicos.
Ecuador	DANEC S.A.	
Ecuador	La Fabril S.A.	
Ecuador	Industrias ALES C.A.	

Fuente: Investigación de campo

Tabla 22 Listado de potenciales compradores a nivel externo

País	Nombre empresa
Gran Bretaña	TMO Renewables
China	Sinopec
China	Yingli Green Energy
Japón	IPP Japan Limited
Japón	Kashima Kyodo Thermal Electric Power Co.
Japón	Thermal Power Co Ltd Sakata
Japón	Eco Energy Corporation HEPCO
Japón	Nissan Motor Co., Ltd.
Estados Unidos	Abatec S.A.
Estados Unidos	Agabiodiesel
Estados Unidos	Agri Process Innovation
Estados Unidos	ALS, Biofuels and Alternative Energies
Estados Unidos	Newport Biodiesel, Inc.

Fuente: Oficinas comerciales de los países

4.3.11 Precios

4.3.11.1 Precio de Materias Primas y Subproductos

Tabla 23 Precio de Insumos

Insumos	Cantidad	Precio
Semilla de Piñón	1 Quintal ^a	\$14,00
Aceite de Piñón	1 litro	\$1,61

Fuente: Departamento Técnico Proyecto de Piñón, INIAP.

Tabla 24 Precio de Subproductos

Subproducto	Cantidad	Precio
Torta de Piñón	1 Quintal ^a	\$3,5
Glicerina	1 galón	\$7,50

^{a/} 1 Quintal= 100 lbs. 1 Kg =2,208 Lb.

Fuente: Departamento Técnico Proyecto de Piñón, INIAP.

4.3.11.2 Precio Internacional de Biodiesel

A continuación exponemos los precios internacionales de Biodiesel en los EE.UU, según consta en una publicación trimestral del departamento de energía de Estados Unidos.

Tabla 25 Precio Internacional de Biodiesel en USD por Galón

Años	2014				2015			
	Ene	Abr	Jul	Oct	Ene	Abr	Jul	Oct
Biodiesel (B20)	\$ 3,97	\$ 4,01	\$ 3,98	\$ 3,81	\$ 3,18	\$2,92	\$2,93	\$2,66
Biodiesel (B99-B100)	\$ 4,18	\$ 4,23	\$ 4,24	\$ 4,21	\$ 4,02	\$3,77	\$3,55	\$3,40

Fuente: U.S. Department of Energy, Octubre 2015.

La conversión del precio internacional por galón a barriles está en el Anexo 8.

4.3.12 Segmentación de Mercado

Para segmentar el mercado del presente proyecto de investigación hemos tomado como referencia lo que manifiesta Proecuador:

El país produce un poco más de la mitad (52%) del total de diesel consumido e importa el restante 48%. (Proecuador, 2013):

Disponiendo de la siguiente forma la segmentación del mercado para la venta de biodiesel de este proyecto:

Cuadro 8 Segmentación de Mercado de Biodiesel

Mercado Objetivo	% de Producción del Proyecto	Motivos
Centrales Termoeléctricas	20%	No se destina un mayor porcentaje debido a que el principal proveedor de centrales termoeléctricas del Estado es Petroecuador.
Compañías Multinacionales	20%	Alianzas con compañías multinacionales para proveer de biocombustibles para sus maquinarias sea dentro o fuera del país. Ej. Caterpillar, Ford Motors, Mercedes Benz, Wartsila, BASF.

Fuente: Investigación de campo.

De acuerdo con la información proporcionada por el departamento técnico del INIAP, la segmentación del mercado para la venta de subproductos de este proyecto, se dirige de la siguiente manera:

Tabla 26 Segmentación de Mercado de Subproductos

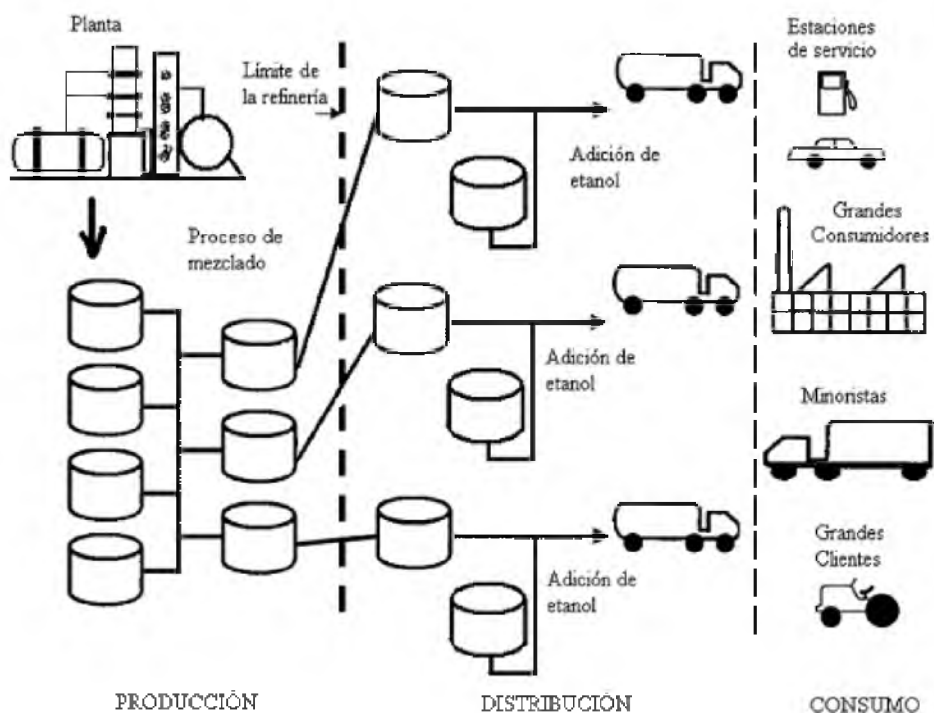
Subproductos	Mercado Objetivo	
	Sector	Geográficamente
Glicerol o Glicerina	Industria	Mercado Interno
Torta de piñón (Abono agrícola)	Agricultura	Mercado Interno

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

4.3.13 Cadena de distribución de biodiesel

Presentamos un esquema simplificado de distribución de biodiesel desde la fábrica hasta los consumidores finales, sean estos minoristas, mayoristas o grandes consumidores.

Figura 16 Cadena de distribución del Biodiesel



Fuente: www.alibio.com.ar/alibio/biodiesel.

4.3.14 Población y Muestra

Centrales Hidroeléctricas y Termoeléctricas en el Ecuador

En el Ecuador se tienen aproximadamente 50 centrales entre hidroeléctricas y termoeléctricas. Entre ellas 12 termoeléctricas generadoras, 20 distribuidoras y 17 auto-productoras que representan aproximadamente el 60% de la demanda de energía. Sin embargo, el parque termoeléctrico generador atraviesa una indisponibilidad de 425 megavatios para el Ecuador. A continuación enumeramos las centrales hidroeléctricas existentes en el Ecuador.

Tabla 27 Centrales Hidroeléctricas del Ecuador (Capital Público)

	Nombre	Ubicación	Capacidad	Tipo de Combustible con que opera
1	Toachi Pilatón	Santo Domingo - Pichincha	388 MW	Recursos Hídricos
2	Baba	Los Ríos	253 MW	Recursos Hídricos
3	San Francisco	Pichincha	220 MW	Recursos Hídricos
4	Mazar Dudas	Cañar	20,9 MW	Recursos Hídricos
5	Quijos	Azogues	220 MW	Recursos Hídricos
6	Delsi Tanisagua	Zamora Chinchipe	115 MW	Recursos Hídricos
7	Sopladora	Azuay	478 MW	Recursos Hídricos
8	Coca Codo Sinclair	Napo - Sucumbíos	1 500 MW	Recursos Hídricos
	Nombre	Ubicación	Capacidad	Tipo de Combustible con que opera
9	Mandariacu	Pichincha	62 MW	Recursos Hídricos
10	Minas San Francisco	Azuay – El Oro	276 MW	Recursos Hídricos
11	Victoria	Napo	10 MW	Recursos Hídricos
12	Chorrillos	Zamora Chinchipe	4 MW	Recursos Hídricos
13	Isimanchi	Zamora Chinchipe	2,25 MW	Recursos Hídricos
14	Buenos Aires	Imbabura	1 MW	Recursos Hídricos
TOTAL DE CAPACIDAD			3 550,15 MW	

Fuente: Conelec, 2014.

Tabla 28 Centrales Hidroeléctricas del Ecuador (Capital Privado)

	Nombre	Ubicación	Capacidad	Tipo de Combustible con que opera
1	Topo	Tungurahua	22 MW	Recursos Hídricos
2	San José del Tambo	Bolívar	8 MW	Recursos Hídricos
3	San José de Minas	Pichincha	6,4 MW	Recursos Hídricos
TOTAL DE CAPACIDAD			36,4 MW	

Fuente: Conelec, 2014.

Por lo tanto, enumeramos las centrales termoeléctricas existentes en el Ecuador, su capacidad instalada para suministrar energía y la fuente de energía con la cual operan las mismas.

Tabla 29 Centrales Termoeléctricas en el Ecuador

	Nombre	Ubicación	Capacidad	Tipo de Combustible con que opera
1	Guangopolo	Valle de los Chillos, Pichincha	33 MW	Residuos de la Refinería Sushufindi
2	Santa Rosa	Km. 17 Panamericana Sur, Pichincha	51 MW	Diesel
3	Puná Nuevo	Isla Puná, Guayas	2,2 MW	---
4	Campo Alegre	Isla Puná, Guayas	0,15 MW	---
5	La Propicia	Esmeraldas, Esmeraldas	8 MW	Fuel Oil de la Refinería de Esmeraldas
6	Miraflores	Manta, Manabí	22 MW	Diesel
7	Pedernales	Manabí	8 MW	Diesel
8	Manta II	Manabí	20,4 MW	Fuel Oil
9	Sacha	Sucumbíos, Sucumbíos	10 MW	---

	Nombre	Ubicación	Capacidad	Tipo de Combustible con que opera
10	Secoya	Sucumbíos, Sucumbíos	4 MW	---
11	Galápagos	Provincia de Galápagos	9,73 MW	Energías eólica, solar, térmicas duales
12	Quevedo I	Quevedo, Los Ríos	54 MW	---
13	Quevedo II	Quevedo, Los Ríos	100 MW	---
14	Pascuales 2	Guayaquil, Guayas	132 MW	Diesel
15	Santa Elena	Santa Elena	90,1 MW	Fuel Oil
16	Jivino	Orellana	45 MW	---
17	Jaramijó	Manabí	149 MW	---
TOTAL DE CAPACIDAD			738,58 MW	

Fuente: Conelec, 2014.

Por consiguiente, los principales proyectos de sustitución de combustibles fósiles en biocombustibles; en los cuales se ha considerado la utilización del biocombustible de *Jatropha curcas* como fuente de energía, se listan en el Cuadro 9:

Cuadro 9 Proyectos de Energía Renovable en el Ecuador

Nombre del Proyecto	Ubicación	Tipo de Energía o Combustible utilizado
Proyecto Ergal "Energía Renovable para Galápagos."	Islas Galápagos	Implementación de Sistemas Eólicos y Solares de Generación de Electricidad para sustituir el uso de diesel
Programa "Cero Combustibles Fósiles para Galápagos"	Islas Galápagos	Eliminar el uso de diesel en las Islas Galápagos sustituyéndolo con biodiesel a base de <i>Jatropha Curcas</i> .
Programa de "Formulación y comercialización de Gasolina Extra con Bioetanol Anhidro."	Guayaquil	El Bioetanol Anhidro es obtenido de la caña de azúcar
"Programa de cultivos energéticos alternativos para la Producción de Biocombustibles en la Zona Norte del Ecuador."	Ibarra-Carchi	Biocombustible a partir de Girasol, Higuera y <i>Jatropha</i>

Fuente: <http://www.ergal.org/>, 2012

Cuadro 10 Listado de Países donde Ecuador tiene representación con Oficinas Comerciales

1	América	Argentina	11	América	México	21	Asia	Beijing
2	América	Brasil	12	América	Perú	22	Asia	Shanghái
3	América	Canadá	13	América	Venezuela	23	Asia	Cantón
4	América	Chile	14	Europa	Alemania	24	Asia	Corea del Sur
5	América	Colombia	15	Europa	España	25	Asia	India
6	América	Los Angeles	16	Europa	Francia	26	Asia	Japón
7	América	New York	17	Europa	Holanda	27	Asia	Rusia
8	América	Chicago	18	Europa	Italia	28	Asia	Turquía
9	América	Miami	19	Europa	Reino	29	África/Oriente	Dubái
10	América	Guatemala	20	Europa	Suecia			

Fuente: <http://www.proecuador.gob.ec/institucional/oficinas/red-internacional/>

De la información de los Cuadros 9 y 10, la población para esta encuesta la constituyen las 17 centrales termoeléctricas que existen en el Ecuador y las oficinas comerciales de Ecuador en los principales países del Mundo.

Se ha dirigido la encuesta a nuestros grupos objetivo que son las centrales térmicas que operan en el Ecuador, los representantes de las oficinas comerciales del Ecuador en el exterior, especialmente aquellos interesados en los proyectos de desarrollo e implementación de biocombustibles en los diferentes sectores de la economía mundial tales como agricultura, combustibles, aviación, automotriz, etc.; para explorar una eventual expansión del mercado del proyecto no sólo hacia el consumo interno sino también para el consumo externo.

De esta población conformada por 17 centrales termoeléctricas y 29 oficinas comerciales dando un total de 46, se tomó como muestra únicamente 30, dado que se consideró el juicio y conocimiento de los expertos del sector de biocombustibles.

4.3.15 Resumen del Resultado de las Encuestas Realizadas

Describimos los porcentajes de demanda de consumo interno obtenidos como resultado de las encuestas realizadas:

Cuadro 11 Demanda de Consumo Interno de Biocombustible del proyecto

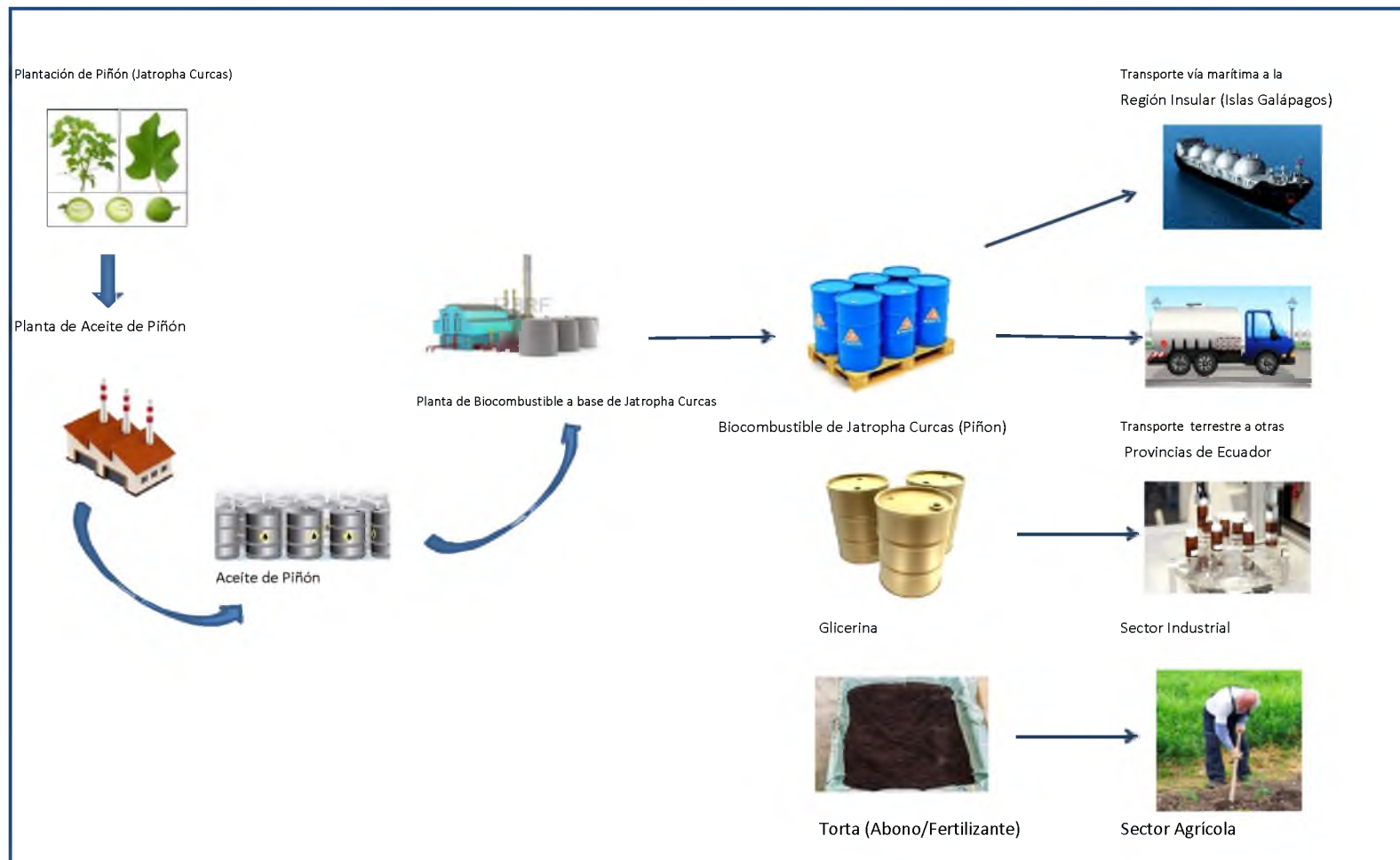
Consumo interno	%		Observaciones
Galápagos	10%	Posee sus propias centrales térmicas que utilizan energías renovables entre las cuales está el biocombustible a base de aceite de Jatropha.	Entre las centrales térmicas existentes en el Archipiélago de Galápagos muchas utilizan la energía eólica y solar.
Quito	2,5%	Proyecto experimental en base a biocombustible de Jatropha curcas.	Existen otras centrales térmicas que utilizan residuos orgánicos o provenientes del petróleo en otros lugares de la sierra
Manta	2,5%	Proyecto de capacitar y fomentar el uso de tierras agrícolas de comunidades deprimidas de Manabí para el cultivo y venta de Jatropha curcas.	Demanda potencial debido a la gran producción de la planta Jatropha curcas y su conversión a aceite de Jatropha utilizado como componente de biocombustibles vegetales.
Guayaquil	5%	Actualmente en Guayaquil, existen plantas productoras de biocombustibles, pero utilizan distintos tipos de materia prima orgánica pero no utilizan el aceite de Jatropha curcas.	Demanda potencial que se puede activar a partir de la existencia en Guayaquil de centrales térmicas que utilicen biocombustibles provenientes de aceite de Jatropha.

Fuente: Encuesta realizada

En base a los resultados de la encuesta anteriormente descritos, a la realidad del mercado interno, en base a la experiencia de especialistas en el sector de biocombustibles del Ecuador; se estimaron los porcentajes anteriores en las Islas Galápagos, y las ciudades de Guayaquil, Quito y Manta; considerando porcentajes mucho más conservadores, que los obtenidos en la encuesta e inferidos al total de la población, porque para proveer de biocombustible a las centrales termoeléctricas es necesario contar con un contrato de exclusividad con todo el sector público que utilice biocombustibles a partir de fuentes renovables y además el déficit de demanda existente sea subsanado mediante importaciones de biocombustible efectuadas, por otro ente estatal, Petroecuador.

Ante este escenario se opta por considerar dentro del proyecto la exportación de biodiesel a otros países en donde existe una mayor demanda del producto, tales como Gran Bretaña, Japón, China, etc.; y empresas multinacionales cuyas maquinarias están adaptadas para la utilización de biodiesel o con proyectos de fabricación de vehículos livianos o de transporte de personas cuyos motores funcionan a base de biocombustibles, es por esto que si no hay suficiente demanda local de biodiesel, se ha considerado la exportación del mismo.

Figura 17 Comercialización de la Demanda Interna de Biocombustible



Cuadro 12 Demanda de Consumo Externo de Biocombustible del proyecto

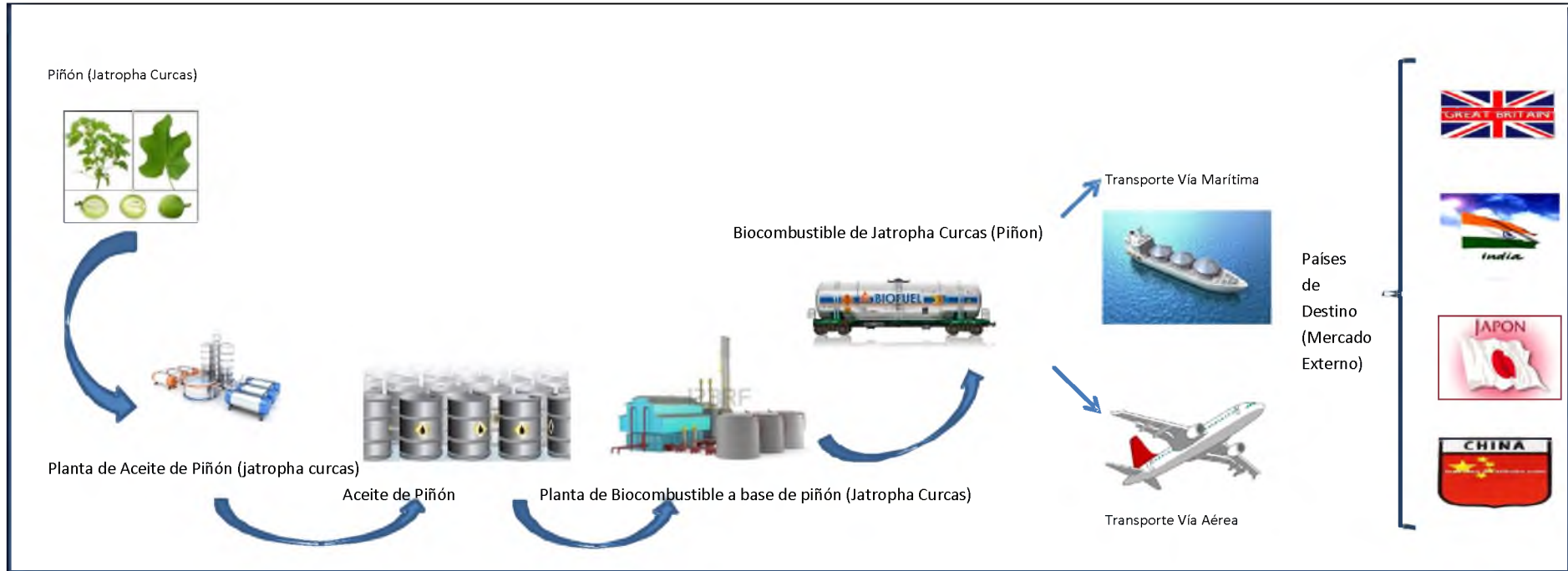
Consumo Externo	%		Observaciones
Compañías Multinacionales	20%	Que fabrican maquinaria que utilizan biocombustible vegetal	Son marcas como Caterpillar, Mercedes Benz, BASF, Wartsila
Gran Bretaña	18%	País que promueve el uso de biocombustible de Jatropha curcas en el sector aeronáutico	
India	12%	Mayor importador aceite de Jatropha curcas.	Creciente mercado de automóviles ecológicos funcionando con biodiesel
Japón	15%	Mayor exportador de automóviles, productor de una gran cantidad de automóviles que utilizan combustible ecológico.	
China	15%	Mayor productor de automóviles, entre los cuales hay automotores de tipo ecológico.	

Fuente: Encuesta realizada

En base a los resultados de la encuesta anteriormente descritos y a la experiencia de peritos en el sector, tomando en consideración el crecimiento y expansión del mercado externo de biocombustibles con respecto del biocombustible elaborado a base de Jatropha curcas, existe una buena apertura comercial mostrada por los consulados de los países antes mencionados, que extienden invitaciones para asistir a ferias internacionales y a rondas de negocios, con el fin de promocionar los productos ecuatorianos y facilitar el intercambio comercial internacional, incluso en materia de biocombustibles.

Es a través de dichos consulados y oficinas de representación comercial que se buscará la colocación del producto en el mercado externo.

Figura 18 Comercialización de la Demanda Externa de Biocombustible



4.3.15.1 Ventas Proyectadas de Biocombustible de Jatropha Curcas⁶

**Tabla 30 Distribución de Ventas Proyectadas de Biodiesel
(En Galones)**

Años	Producto/ Subproducto	Ventas Estimadas									Total Ventas
		Mercado Interno				Mercado Externo					
		Galápagos	Quito	Guayaquil	Manta	Compañías Multinacionales	Gran Bretaña	Japón	India	China	
		10%	2,50%	5%	2,50%	20%	18%	15%	12%	15%	100%
2015	Biodiesel de Piñón	16.737,94	4.184,49	8.368,97	4.184,49	33.475,88	30.128,29	25.106,91	20.085,53	25.106,91	100%
2016	Biodiesel de Piñón	17.574,84	4.393,71	8.787,42	4.393,71	35.149,67	31.634,70	26.362,26	21.089,81	26.362,26	100%
2017	Biodiesel de Piñón	18.453,58	4.613,40	9.226,79	4.613,40	36.907,16	33.216,44	27.680,37	22.144,30	27.680,37	100%
2018	Biodiesel de Piñón	19.376,26	4.844,07	9.688,13	4.844,07	38.752,52	34.877,26	29.064,39	23.251,51	29.064,39	100%
2019	Biodiesel de Piñón	20.345,07	5.086,27	10.172,54	5.086,27	40.690,14	36.621,12	30.517,61	24.414,09	30.517,61	100%

Fuente: Investigación de campo

⁶ El número total de galones producidos en el año 2015 representan el 0,318% aproximadamente de la demanda insatisfecha de biocombustible.

4.3.15.2 Ventas Proyectadas de Subproductos

Tabla 31 Distribución de Ventas Proyectadas de Subproductos

Subproductos	Cantidad	Consumo Interno				
		Quito	Guayaquil	Cuenca	Ambato	Manta
Glicerol o Glicerina (Galones)	16.738	5.021	5.021	2.232	2.232	2.232
Torta de piñón (Abono agrícola) (Kg.)	12.660	3.798	3.798	1.688	1.688	1.688

Fuente: Investigación de campo

CAPÍTULO 5

ESTUDIO FINANCIERO

En el capítulo financiero se exponen los gastos pre-operacionales previos a la constitución como empresa, luego se exhiben las inversiones realizadas, y la estimación de las ventas, costos y gastos del proyecto, así como la mejor opción de financiamiento, luego procedemos con la evaluación financiera del proyecto y el análisis de sensibilidad a las variables del proyecto.

5.1 Proceso Pre-Operacional

Se presenta el cronograma de actividades previo al inicio de operaciones de la planta de biocombustible. Tomará alrededor de 4 meses llevar a cabo trámites relacionados a la constitución de la empresa, y otras diligencias de acuerdo a las normativas vigentes en entidades como la Superintendencia de Compañías, el Registro Mercantil, el Servicio de Rentas Internas, el Municipio de Guayaquil, entre las principales.

Cuadro 13 Cronograma de Proceso Pre-Operacional

	Actividad	Meses																		
		1				2				3				4						
		Semanas																		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Reservar el nombre para la sociedad.																			
2	Abrir cuenta de integración de capital.																			
3	Elaborar estatutos o contrato social que regirá a la sociedad, minuta firmada por un abogado.																			
4	Acudir ante notario público para que eleve a escritura pública los documentos.																			
5	Obtener aprobación de la Superintendencia.																			
6	Publicar extracto entregado por la Superintendencia de Compañías en un diario de circulación nacional.																			
7	Realizar el pago de la patente municipal y obtener el certificado de cumplimiento de obligaciones emitido por el Municipio.																			
8	Inscribir sociedad en Registro Mercantil.																			
9	Elaborar acta de junta general de accionistas a fin de nombrar a los representantes.																			

	Actividad	Meses															
		1				2				3				4			
		Semanas															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
10	Elaborar estudio ambiental para obtención de licencia ambiental																
11	Permiso de operación de Ministerio de Electricidad, Energías Renovables																
12	Obtener RUC en el SRI.																
13	Solicitar y obtener préstamo bancario.																
14	Importación de la planta de biodiesel																
15	Elaborar facturas.																
16	Registrarse en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).																
17	Realizar contratación de empleados.																
18	Inscribir contratos en el Ministerio de Trabajo.																
19	Obtener tasa por Servicio Contra Incendios (Certificado del Cuerpo de Bomberos).																
20	Obtener tasa de habilitación del Municipio.																
21	Registrarse en el SERCOP para prestar servicios como proveedor de instituciones del estado																
22	Afiliación a gremios como Federación Nacional de Biocombustibles																
23	Adquirir muebles y equipo de oficina.																
24	Adecuación de la planta y oficina.																
25	Realizar publicidad.																
26	Capacitación a empleados																
27	Operar la planta de biodiesel.																

Fuente: Investigación de Campo

5.1.1 Gastos Pre-Operacionales

En la Tabla 32 se detallan los gastos y desembolsos en que se deben incurrir en el proyecto antes del inicio de las operaciones, relacionados con la creación y registro de la empresa, así como con los estudios, permisos, adecuaciones, salarios y gastos de importación de la maquinaria para la extracción del aceite de piñón.

Tabla 32 Gastos Pre-Operacionales

Rubro	Costo
Registro en Superintendencia de Compañías	100,00
Trámites Municipales	100,00
Permiso de Bomberos	50,00
Honorarios de Abogado	500,00
Trámites de importación de maquinaria para la planta	1.000,00
Estudio de Impacto Ambiental	6.000,00
Socialización proyecto con comunidades aledañas a la planta	5.900,00
Permisos de ministerios relacionados (Energía, Ambiente)	350,00
Adecuación de Oficina	3.000,00
Sueldos (15 días)	10.000,00
Total	\$27.000,00

Fuente: Investigación de Campo

5.2 Inversiones del Proyecto

En la Tabla 33 se detallan los activos fijos necesarios para el proyecto. El total de la inversión en activos fijos es de US\$ 523.000,00.

Tabla 33 Inversión en Activos Fijos

Descripción	Tipo	Valor (US\$)
Planta de extracción de aceite de piñón y planta de biodiesel	Maquinarias y Equipos	500.000,00
Equipos de Oficina	Muebles y Enseres	5.000,00
Computadoras y Laptops	Computadoras	5.000,00
Cistema, bomba de agua, equipo de riego	Maquinaria y Equipos	5.000,00
Tanques de plástico para biodiesel	Maquinarias y Equipos	5.000,00
Extintores	Herramientas	3.000,00
Total Activos Fijos		523.000,00

Fuente: Investigación de Campo

Los recursos necesarios para iniciar la instalación de la planta, han sido valorados en la cantidad de US\$550.000,00. Adicionalmente, como política se ha establecido que el Capital de Trabajo sea equivalente a 90 días de costos desembolsables del primer año. El valor de este Capital de Trabajo es de US\$150.000,00.

Tabla 34 Total Inversión

Descripción	Valor
Gastos Pre Operacionales	\$ 27.000,00
Activos Fijos	\$523.000,00
Capital de Trabajo	\$150.000,00
Total Inversión	\$700.000,00

Fuente: Investigación de Campo

De acuerdo con la Tabla 34, el total de la inversión inicial asciende a US\$700.000,00.

5.3 Ventas, Costos y Gastos del Proyecto

5.3.1 Estimación de ventas

Tabla 35 Estimación de Ventas de Biocombustible

Descripción	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Unidades Anuales	Precio de Venta (US\$)	Ventas Anuales (US\$)
Biodiesel de Piñón (Galones)	13.950	13.950	13.950	13.950	13.950	13.950	13.950	13.945	13.945	13.955	13.955	13.929	167.379	3,40	569.088,60
Glicerina o Glicerol (Galones)	1.395	1.395	1.395	1.395	1.395	1.395	1.395	1.394	1.394	1.395	1.395	1.395	16.738	7,50	125.534,25
Torta Abono (Quintal)	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	1.055	12.660	3,50	44.310,00
Totales	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.400	16.394	16.394	16.405	16.405	16.379	196.777		

Fuente: Investigación de Campo

5.3.2 Costos Directos e Insumos Directos

Tabla 36 Costos Directos

Descripción	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Unidades Anuales	Costo (US\$)	Costos Anuales (\$)
Semilla de Piñón (Quintal)	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	1.508,57	18.102,84	14,00	253.439,76
Metanol (Lts.)	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.835,00	2.835,00	32.670,00	0,52	16.988,40
Hidróxido de Sodio (Kg.)	60,00	61,00	62,00	61,00	61,00	62,00	60,00	61,00	62,02	62,50	64,00	64,00	740,52	0,85	629,44
Merma (5% Biodiesel) (Lts)	697,50	697,50	697,50	697,50	697,50	697,50	697,50	697,25	697,25	697,75	697,75	696,45	8.368,95	0,25	2.092,24
Totales	4.966,07	4.967,07	4.968,07	4.967,07	4.967,07	4.968,07	4.966,07	4.966,82	4.967,84	4.968,82	5.105,32	5.104,02	59.882,31		

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 37 Insumos directos

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Unidades Anuales	Costo (\$)	Insumos Anuales (\$)
Agua (m3)	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	150,87	1.810,44	1,50	2.715,66
Electricidad (Kwh)	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	450,08	5.400,96	0,70	3.780,67
Otros (Fertilizantes, desbroce)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	24,00	500,00	12.000,00
Totales	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	602,95	7.235,40		1 - *

Fuente: Investigación de Campo

5.3.3 Mano de Obra Directa

Tabla 38 Mano de Obra Directa

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Unidades Anuales	Costo (US\$)	Mano de Obra Anual (US\$)
Operarios	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	\$ 480,00	\$ 17.280,00
Totales	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		\$ 17.280,00

Fuente: Investigación de Campo

5.3.4 Costos Indirectos

Tabla 39 Costos Indirectos

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Unidades Anuales	Costo (us\$)	Costos Anuales (US\$)
Jefe de Producción	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 1.890,00	\$ 22.680,00
Jefe de Control de calidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 1.890,00	\$ 22.680,00
Gerente General	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 3.510,00	\$ 42.120,00
Jefe Administrativo Financiero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 1.890,00	\$ 22.680,00
Jefe de Comercialización	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 2.160,00	\$ 25.920,00
Ejecutivo de Ventas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	\$ 1.620,00	\$ 58.320,00
Jefe de Comercio Exterior	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 1.890,00	\$ 22.680,00
Jefe de Sistemas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 1.620,00	\$ 19.440,00
Secretaria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 480,00	\$ 5.760,00
Contador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 1.080,00	\$ 12.960,00
Asist. Compras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 480,00	\$ 5.760,00
Limpieza y Guardianía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 480,00	\$ 5.760,00
Chofer de despacho	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 480,00	\$ 5.760,00
Totales	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180		72.520,00

Fuente: Investigación de Campo

5.3.5 Gastos Generales

Tabla 40 Gastos Generales

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Unidades Anuales	Costo (US\$)	Gastos Anuales (US\$)
Mantenimiento Planta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 350,00	\$ 4.200,00
Mantenimiento de Tanques	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	\$ 250,00	\$ 6.000,00
Diesel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	\$ 500,00	\$ 6.000,00
Suministros de Oficina	1		1		1		1		1		1		6	\$ 350,00	\$ 2.100,00
Totales	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	54		15.300,00

Fuente: Investigación de Campo

5.3.6 Costos No Desembolsables: Depreciaciones

En la Tabla 41 se detallan las tasas utilizadas para la depreciación de cada tipo de activo, concordantes con las normas tributarias vigentes. El total por concepto de depreciación anual de los activos fijos se muestra en la Tabla 42.

Tabla 41 Tasas de Depreciación

Depreciaciones	%	Años
Edificios	5%	20
Maquinarias y Equipos	10%	10
Muebles y Enseres	10%	10
Herramientas	10%	10
Vehículos	20%	5
Computadoras	33%	3

Tabla 42 Gasto de Depreciación de Activos Fijos

Activo	Tipo	Costo (US\$)	Vida útil (Años)	Depreciación Total Anual (US\$)
Planta de aceite y planta de biodiesel	Maquinarias y Equipos	500.000,00	10	50.000,00
Equipos de Oficina	Muebles y Enseres	5.000,00	10	500,00
Computadoras y Laptop	Computadoras	5.000,00	3	1.666,67
Cistema, Bomba de Agua y equipo de riego	Herramientas	8.000,00	10	800,00
Tanques de biodiesel	Maquinarias y Equipos	5.000,00	10	500,00
Total Depreciación				53.466,67

Fuente: Investigación de Campo

5.4 Financiamiento

Se realizó una investigación para conocer las alternativas de financiamiento que ofrecen los bancos como las instituciones financieras tanto públicas como privadas, encontrándose que el tipo de crédito (tasa, plazo y monto) está determinado de acuerdo a la clase de solicitante, es decir, si es una persona natural, el crédito a solicitar es un préstamo de consumo. Para persona jurídica, se clasifica de acuerdo al tamaño de la compañía (nivel de ventas y patrimonio), por lo que existen créditos especializados para capital de trabajo y activos fijos para microempresas, PYMES (Pequeñas y Medianas

Empresas)⁷, empresas y corporaciones. La banca privada, tiene como restricción otorgar préstamos a PYMES que tengan en marcha de 1 a 2 años, por lo que para este proyecto no se destinaría. Sin embargo, la banca pública, a través de la Corporación Financiera Nacional, proporciona fondos para proyectos nuevos, con una tasa efectiva anual del 11,09% para créditos productivos para PYMES a un plazo de 5 años.

En el cuadro 14, se pueden observar las tasas activas efectivas referenciales según los diferentes sectores de crédito.

Cuadro 14 Tasas de Interés Activas

TASA EFECTIVA ANUAL (5 AÑOS)	
Sector	%
Productivo Corporativo	8,97
Productivo Empresarial	9,91
Productivo Pymes	11,09
Microcrédito Acumulación Ampliada	11,98

Fuente: Corporación Financiera Nacional, Enero 2016

⁷ Se define como PYMES a las pequeñas y medianas empresas de acuerdo con el volumen de ventas, capital social, cantidad de trabajadores, y su nivel de producción o activos presentan características propias de este tipo de entidades económicas. La clasificación de las PYMES se detalla:

Tipo de empresa	# Empleados	Equivalentes a ventas máximas anuales (USD Dólares)	Activos Máximos (USD Dólares)
Microempresa	1-4	Hasta 60.000	20.000
Pequeña empresa	5-19	Hasta 18.000	50.000
Mediana empresa	20-99	Hasta 5.000.000	350.000

5.5. Tasa de Descuento del Proyecto

La tasa de descuento es la tasa de retorno mínima esperada sobre una inversión. Refleja la oportunidad de poder invertir en algo equivalente al capital asignado al proyecto; por lo que también se le conoce como costo o tasa de oportunidad.

Hay varias formas de calcular la tasa de descuento, tales como el modelo de CAPM (Capital Asset Pricing Model) que considera variables como la rentabilidad exigida por el accionista, la tasa libre de riesgo, la rentabilidad del mercado y la sensibilidad entre el rendimiento del activo con respecto a los movimientos del mercado, pero este tipo de modelos se aplican a mercados de capitales perfectos.

Existen otros criterios válidos utilizados para estimar la tasa de descuento de un proyecto, uno de ellos es considerar la tasa de interés pasiva referencial pagada en las captaciones realizadas por las Instituciones Financieras. Bajo este criterio, podemos considerar la tasa de interés de captación financiera como la mínima rentabilidad que el inversionista esperaría obtener, esta tasa de interés no está directamente relacionada con la realización de una inversión en un proyecto comparable al que se está analizando; sin embargo, sirve de referencia como alternativa de colocación de los recursos destinados al proyecto.

Para la determinación de la tasa de descuento del proyecto, se ha considerado la Tasa Pasiva Referencial del Banco Central del Ecuador a Enero del 2016, para captaciones hasta 360 días, más un 20% de beneficio para el inversionista, es decir se considera una Tasa de Descuento del 8,15%.

Cuadro 15 Tasas de Interés Pasivas Referenciales

TASAS DE INTERÉS PASIVAS EFECTIVAS REFERENCIALES POR PLAZO			
Tasas Referenciales	% anual	Tasas Referenciales	% anual
Plazo 30-60	4,73	Plazo 121-180	6,20
Plazo 61-90	5,22	Plazo 181-360	6,79
Plazo 91-120	5,60	Plazo 361 y más	7,77

Fuente: Banco Central del Ecuador, Enero 2016

5.4.1 Tabla de Amortización del Crédito

La forma como estará financiado el monto total de la inversión del proyecto de \$700.000,00; se refleja en la Tabla 43:

Tabla 43 Estructura de Capital

Financiamiento	US\$ 315.000,00	45%	Estructura de Capital
Recursos Propios	US\$ 385.000,00	55%	
Inversión Total	US\$ 700.000,00	100%	

Fuente: Investigación de Campo

El crédito para financiar el proyecto se solicitará ante la Corporación Financiera Nacional (CFN), por un monto de US\$ 315.000,00 a un plazo de 5 años con una tasa de interés anual del 11,09%; lo que se expone en la Tabla 45:

Tabla 44 Información del Crédito

Capital	US\$ 315.000,00
Tasa de interés anual	11,09%
Plazo en años	5
Valor del Dividendo anual	US\$ 85.422,69

Fuente: Corporación Financiera Nacional (CFN).

Tabla 45 Tabla de Amortización del Crédito

Tabla de Amortización (US\$)				
Periodo	Saldo	Dividendo	Interés	Amortización
1	\$ 315,000.00	\$ 85,422.69	\$ 34,933.50	\$ 50,489.19
2	\$ 264,510.81	\$ 85,422.69	\$ 29,334.25	\$ 56,088.44
3	\$ 208,422.37	\$ 85,422.69	\$ 23,114.04	\$ 62,308.65
4	\$ 146,113.71	\$ 85,422.69	\$ 16,204.01	\$ 69,218.68
5	\$ 76,895.03	\$ 85,422.69	\$ 8,527.66	\$ 76,895.03

Fuente: Corporación Financiera Nacional (CFN).

5.5 Evaluación Financiera del Proyecto

5.5.1 Flujo de Caja

Tabla 46 Flujo de Caja Projectado

	0	1	2	3	4	5
Ingresos por Ventas		\$ 738,932.85	\$ 775,879.49	\$ 837,949.85	\$ 904,985.84	\$ 977,384.71
Ventas Activos						
Costos Directos		(\$ 273.149,84)	(\$ 285.332,32)	(\$ 298.058,14)	(\$ 311.351,54)	(\$ 325.237,82)
Insumos Directos		(\$ 18.496,33)	(\$ 19.321,27)	(\$ 20.182,99)	(\$ 21.083,16)	(\$ 22.023,47)
Mano de Obra Directa		(\$ 17.280,00)	(\$ 18.050,69)	(\$ 18.855,75)	(\$ 19.696,72)	(\$ 20.575,19)
Costos Indirectos		(\$ 272.520,00)	(\$ 284.674,39)	(\$ 297.370,87)	(\$ 310.633,61)	(\$ 324.487,87)
Gastos Generales		(\$ 18.300,00)	(\$ 19.116,18)	(\$ 19.968,76)	(\$ 20.859,37)	(\$ 21.789,70)
Depreciaciones en General		(\$ 53.466,67)	(\$ 53.466,67)	(\$ 53.466,67)	(\$ 51.800,00)	(\$ 51.800,00)
Valor en Libro						
Utilidad Bruta		\$ 85,720.01	\$ 95,917.97	\$ 130,046.66	\$ 169,561.45	\$ 211,470.67
Particip. Trabaj. e Impuestos		(\$ 28,887.64)	(\$ 32,324.36)	(\$ 43,825.73)	(\$ 57,142.21)	(\$ 71,265.61)
Utilidad Neta		\$ 56,832.37	\$ 63,593.62	\$ 86,220.94	\$ 112,419.24	\$ 140,205.05
Depreciaciones en General		\$ 53,466.67	\$ 53,466.67	\$ 53,466.67	\$ 51,800.00	\$ 51,800.00
Valor en Libro						
Inversiones en General	(\$ 550.000,00)					
Capital de Trabajo	(\$ 150.000,00)	(\$ 37.500,00)	(\$ 37.500,00)	(\$ 37.500,00)	(\$ 37.500,00)	\$ 150.000,00
Valor de Desecho						\$ 300.000,00
Flujo de Caja	(\$ 700.000,00)	\$ 72,799.04	\$ 79,560.29	\$ 102,187.61	\$ 126,719.24	\$ 642,005.05

Fuente: Investigación de Campo

Tabla 47 Flujo de Caja del Inversionista

	0	1	2	3	4	5
Ingresos por Ventas		\$ 738,932.85	\$ 775,879.49	\$ 837,949.85	\$ 904,985.84	\$ 977,384.71
Ventas Activos						
Costos Directos		(\$ 273,149.84)	(\$ 285,332.32)	(\$ 298,058.14)	(\$ 311,351.54)	(\$ 325,237.82)
Insumos Directos		(\$ 18,496.33)	(\$ 19,321.27)	(\$ 20,182.99)	(\$ 21,083.16)	(\$ 22,023.47)
Mano de Obra Directa		(\$ 17,280.00)	(\$ 18,050.69)	(\$ 18,855.75)	(\$ 19,696.72)	(\$ 20,575.19)
Costos Indirectos		(\$ 272,520.00)	(\$ 284,674.39)	(\$ 297,370.87)	(\$ 310,633.61)	(\$ 324,487.87)
Gastos Generales		(\$ 18,300.00)	(\$ 19,116.18)	(\$ 19,968.76)	(\$ 20,859.37)	(\$ 21,789.70)
Costos Financieros		(\$ 34,933.50)	(\$ 29,334.25)	(\$ 23,114.04)	(\$ 16,204.01)	(\$ 8,527.66)
Depreciaciones en General		(\$ 53,466.67)	(\$ 53,466.67)	(\$ 53,466.67)	(\$ 51,800.00)	(\$ 51,800.00)
Valor en Libro						
Utilidad Bruta		\$ 50,786.51	\$ 66,583.72	\$ 106,932.62	\$ 153,357.44	\$ 202,943.01
Particip. Trabaj. e Impuestos		(\$ 17,115.05)	(\$ 22,438.72)	(\$ 36,036.29)	(\$ 51,681.46)	(\$ 68,391.79)
Utilidad Neta		\$ 33,671.46	\$ 44,145.01	\$ 70,896.33	\$ 101,675.98	\$ 134,551.21
Depreciaciones en General		\$ 53,466.67	\$ 53,466.67	\$ 53,466.67	\$ 51,800.00	\$ 51,800.00
Valor en Libro						
Inversiones en General	(\$ 550,000.00)					
Capital de Trabajo	(\$ 150,000.00)	(\$ 37,500.00)	(\$ 37,500.00)	(\$ 37,500.00)	(\$ 37,500.00)	\$ 150,000.00
Préstamo	\$ 315,000.00					
Amortización Préstamo		(\$ 50,489.19)	(\$ 56,088.44)	(\$ 62,308.65)	(\$ 69,218.68)	(\$ 76,895.03)
Valor de Desecho						\$ 300,000.00
Flujo de Caja	(\$ 385,000.00)	(\$ 851.07)	\$ 4,023.24	\$ 24,554.35	\$ 46,757.30	\$ 559,456.18

Fuente: Investigación de Campo

5.5.2 Indicadores Financieros

Resumen de los Indicadores Financieros obtenidos de acuerdo con el Flujo de Caja del Proyecto.

Tasa de Descuento del Proyecto	8,15%
--------------------------------	-------

5.5.2.1 Proyecto Sin Deuda

Tabla 48 Indicadores Financieros Proyecto Sin Deuda

	Nombre del Indicador		Valor
1	Valor Presente Neto (VAN)	(Positivo)	\$42,659.75
2	Tasa Interno de Retorno (TIR)	(Mayor a la TD%)	9.76%

Fuente: Investigación de Campo

5.5.2.2 Proyecto Con Deuda

Resumen de los Indicadores Financieros obtenidos de acuerdo con el Flujo de Caja del Inversionista.

Tabla 49 Indicadores Financieros Proyecto Con Deuda

	Nombre del Índice		Valor
1	Valor Presente Neto (VAN)	(Positivo)	49,364.88
2	Tasa Interno de Retorno (TIR)	(Mayor a la TD%)	10.90%

Fuente: Investigación de Campo

5.6 Análisis de Sensibilidad

5.6.1 Variables a Sensibilizar

1. Ventas (Ingresos)
2. Costos, Insumos y Mano de Obra Directa
3. Costos Indirectos
4. Gastos Generales

5.6.2 Escenarios Propuestos

Tabla 50 Resumen Indicadores (Proyecto Sin Deuda)

Indicadores	Proyecto Sin Deuda		
	Flujo de Caja del Proyecto		
	Escenario Normal	Escenario Optimista	Escenario Pesimista
Valor Actual Neto (US\$)	42,659.75	\$ 106,063.73	(\$ 77,132.32)
Tasa Interna Retorno (%)	9.76%	12.03%	5,05%

Fuente: Investigación de Campo

En el escenario normal se puede observar que el Valor Actual Neto resultante es positivo en US\$ 42.659,75; la Tasa Interna de Retorno es 9.76%, la cual es ligeramente superior a la tasa de descuento del proyecto.

Con respecto al escenario optimista, se considera un incremento en la demanda, con lo que se obtendría un incremento en las ventas del 5% para el segundo año y del 10% a partir del tercer año; así como también una disminución en la tasa de inflación de todos los costos directos e indirectos y los gastos generales del 4.46% al 4.00%. En el escenario optimista, el VAN varía con relación al escenario normal con un aumento del 148.63%; y, para el caso de la TIR esta varía positivamente en un 23.26%. El VAN resultante es de US\$ 106,063.73 y la TIR es de 12.03%, siendo mayor que la tasa de descuento del proyecto.

Para determinar el escenario pesimista se supuso un crecimiento constante del 5% en las ventas a partir del segundo año; así como un incremento de la tasa de todos los costos directos e indirectos, y los gastos generales del 4.46% al 6.00%. Se puede observar que en el escenario pesimista el Valor Actual Neto es negativo con un monto de -US\$ 77,132.32 y la TIR disminuye en un 48.26%, alcanzando el valor de 5.05%, que es menor a la tasa de descuento del proyecto, por lo que en este caso el mismo no sería atractivo para los inversionistas.

Tabla 51 Punto de Equilibrio del Proyecto

	Escenario Normal				
Años	1	2	3	4	5
Punto de Equilibrio (US\$)	\$ 591,629.72	\$ 611,658.71	\$ 620,375.85	\$ 627,425.05	\$ 638,300.47
Punto de Equilibrio (%)	80.07%	78.83%	74.03%	69.33%	65.31%
Punto de Equilibrio (Galones)	134,013	138,550	136,431	133,963	132,315

	Escenario Optimista				
Años	1	2	3	4	5
Punto de Equilibrio (US\$)	\$ 591,629.72	\$ 607,607.11	\$ 605,085.47	\$ 602,057.53	\$ 603,652.47
Punto de Equilibrio (%)	80.07%	78.31%	70.90%	64.13%	58.45%
Punto de Equilibrio (Galones)	134,013	131,078	124,318	117,806	112,493

	Escenario Pesimista				
Años	1	2	3	4	5
Punto de Equilibrio (US\$)	\$ 591,629.72	\$ 625,409.64	\$ 661,474.63	\$ 697,062.20	\$ 738,174.69
Punto de Equilibrio (%)	80%	81%	81%	81%	82%
Punto de Equilibrio (Galones)	134,013	141,664	149,834	157,895	167,207

Fuente: Investigación de Campo

Con respecto al Punto de equilibrio obtenido a partir del Flujo de Caja del Proyecto en los tres escenarios –normal, optimista y pesimista- en el año 1 del proyecto, el Ingreso de Equilibrio es de US\$ 591.629,72, lo que representa un 80% de las ventas proyectadas, siendo el Punto de Equilibrio en galones (Unidades) la cantidad de 134.013; dichos valores se mantienen constantes para los tres entornos debido a que es el año inicial del proyecto. No obstante podemos constatar su evolución en los siguientes años del proyecto desde el año 2 hasta el último año.

En el escenario normal se puede observar como el Punto de Equilibrio en dólares desde el año 2 hasta el año 5 mantiene un crecimiento constante, así mismo notamos que conforme aumenta la cantidad vendida se incrementan también los costos y gastos directos, en tanto que como los gastos indirectos tienen un crecimiento esperado del 4,46%, la tasa de crecimiento promedio para mantener el punto de equilibrio es del 1,92%.

En el escenario optimista se logra advertir como el Punto de Equilibrio en dólares empieza a aumentar progresivamente desde el año 2 hasta el año 5, a una tasa promedio de solo el 0,51% debido a una mayor tasa de crecimiento de la demanda y una menor tasa de inflación, por lo que se requieren menos cantidades vendidas que en el escenario normal, para alcanzar el punto de equilibrio, observándose que a medida que transcurren los años cada vez se requieren menos cantidades para que los ingresos cubran la totalidad de los gastos.

En el escenario pesimista se vislumbra como a partir del año 2 se requieren más cantidades para alcanzar el nivel de equilibrio, esto debido a una disminución de la tasa de crecimiento de la demanda y a una mayor tasa de inflación que afecta tanto los costos directos como indirectos, por lo que la tasa de crecimiento del Punto de Equilibrio en dólares es del 5,69%, siendo que a medida que avanzan los años se incrementa la proporción del ingreso de equilibrio en relación a las cantidades proyectadas en un escenario normal.

Tabla 52 Resumen Indicadores (Proyecto Con Deuda)

Indicadores	Proyecto Con Deuda		
	Flujo de Caja del Inversionista		
	Escenario Normal	Escenario Optimista	Escenario Pesimista
Valor Actual Neto (US\$)	49,364.88	\$ 198,714.30	(\$ 70,427.18)
Tasa Interna de Retorno (%)	10.90%	18.55%	3.91%

Fuente: Investigación de Campo

En el escenario normal la Tasa Interna de Retorno es de 10,90%, en el escenario optimista la Tasa Interna de Retorno es de 18,55% que representa un incremento de 70,18% con respecto al escenario normal; en el escenario pesimista la Tasa Interna de Retorno es de 3,91%, que representa una disminución de 64,13% con respecto al escenario normal.

Es importante destacar que la Tasa Interna de Retorno obtenida del Flujo de Caja del Inversionista es el porcentaje de rentabilidad que obtiene el accionista o inversionista

por la inversión efectuada con sus propios recursos, sin considerar el financiamiento de terceros, en este caso del crédito obtenido a través de la Corporación Financiera Nacional.

Las tasas utilizadas y demás datos financieros se pueden apreciar en los Anexos 11 y 12.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de elaborar biocombustible a partir de fuentes renovables y limpias de energía que contribuyan a disminuir el efecto de los gases invernadero y la contaminación del medio ambiente, complementando el uso de los combustibles de origen fósil y no renovables; es una propuesta que favorece el desarrollo de nuevas tecnologías, nuevas formas de producción e industrialización, con la obtención de un producto de calidad y de acuerdo con los principios de energía renovable y limpia.

Cada vez es mayor el interés a nivel mundial y específicamente por parte del Gobierno local de fomentar la producción y el uso de biocombustibles, de tal forma que se pueda disminuir la contaminación ambiental producida por el uso de combustibles fósiles. Esta tendencia sin duda contribuye al cambio en la matriz energética por la que actualmente se rige el Estado ecuatoriano, lo cual a su vez fomentaría el desarrollo de proyectos de inversión para la fabricación de biocombustibles entre ellos el obtenido a base de *Jatropha Curcas* (piñón), como el planteado en el presente proyecto.

2. El estudio de mercado se efectuó para medir las respuestas favorables para la sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles, especialmente el obtenido a base de piñón (*Jatropha curcas*); tanto en el mercado local como en un potencial mercado externo. Es importante destacar que hay un creciente mercado interesado en consumir combustible a base de piñón, especialmente si existiera algún subsidio o incentivo por parte del estado, siendo los sectores más interesados a nivel local el de generación de energía eléctrica y a nivel mundial el automotriz y el aeronáutico; y los países a los que se podría exportar el biocombustible serían China, Japón e India, por lo que se presenta un entorno favorable en cuanto a la demanda en el mercado internacional, garantizando la venta del producto.

Internamente existe la propuesta del Estado de ampliar la cobertura del proyecto *Cero combustibles fósiles para las Islas Galápagos* que actualmente se aplica en la Isla Floreana, al resto de islas que conforman el archipiélago, lo cual genera una mayor demanda potencial de biocombustible a base de piñón, lo que mejoraría los

precios e incentivaría el cultivo en las zonas rurales de las provincias de Guayas y Manabí, con lo cual se mejoraría también la oferta de la materia prima al mejorar los precios por quintal y hacer más rentable su cultivo, lo que en el mediano y largo plazo incrementa la demanda potencial del producto tanto en el mercado interno como externo, haciendo viable el proyecto pero con un alto nivel de riesgo.

3. El estudio financiero, ha obtenido un Valor Presente Neto positivo de US\$ 42,659.75; una Tasa Interna de Retorno del 9,76%, superior a la tasa de descuento del proyecto del 8,15%, siendo este margen de rentabilidad suficiente para cubrir el costo del préstamo financiero para el 45% de la inversión, lo cual hace aceptable la evaluación del proyecto, desde el punto de vista teórico financiero. Así mismo, se constató que el proyecto es aceptable al someterlo al análisis de sensibilidad de las variables más riesgosas, en los escenarios normal y optimista, pero no en el pesimista ya que se obtiene un VAN negativo y una TIR del 5,05% menor a la tasa de descuento, por lo que se considera viable su ejecución en un escenario normal; sin embargo una variación desfavorable en las tasas de crecimiento en las ventas o un incremento de los costos directos e indirectos a una mayor a la esperada hacen inviable el proyecto.

4. En el presente año, este entorno favorable y la viabilidad financiera del proyecto se ha visto afectado por la disminución del precio del barril de petróleo de donde se obtiene el diesel con el que funcionan la mayoría de motores e industrias a nivel nacional y mundial, lo que hace menos atractivo el uso de biocombustibles al tener elevados costos de producción, a pesar de los efectos positivos que se obtienen para la conservación del medio ambiente. La situación actual debido a la baja del precio del petróleo disminuye la demanda de biocombustibles a nivel mundial, principalmente el consumo por parte de industrias privadas que buscan optimizar sus costos de operación; sin embargo los proyectos del Gobierno ecuatoriano relacionados con el uso de biocombustibles para el abastecimiento de las centrales termoeléctricas en las islas Galápagos, asegura una demanda potencial que puede ser cubierta con proyectos privados de producción de biocombustibles entre ellos el obtenido a base de piñón (*Jatropha curcas*) que como se ha visto en el presente proyecto con los precios actuales se obtienen resultados financieros que lo hacen viable, a más de la respuesta favorable del mercado interno y externo

de ir sustituyendo el uso de combustibles fósiles como medida para mitigar sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

5. No hay suficiente información sobre los resultados de proyectos similares llevados a cabo localmente o en otros países, habiéndose obtenido referencias de proyectos ejecutados en Costa Rica; sin embargo algunos no llegaron a su culminación y no se comparten datos sobre los rendimientos de las plantaciones, las semillas y el aceite de piñón, así como de las características de las plantas utilizadas para la producción de biocombustibles, por lo que no se ha podido determinar si las rentabilidades obtenidas justifican la implementación de una planta productora como la propuesta en el presente proyecto.

RECOMENDACIONES

La propuesta de instalar una planta productora de biocombustible a base piñón (*Jatropha curcas*) en la ciudad de Guayaquil, sería recomendable siempre que esté garantizado el abastecimiento de la materia prima, para lo cual se requiere que exista una mayor demanda del producto tanto en el mercado interno como externo, por lo que son importantes los proyectos llevados a cabo por el Estado especialmente en el campo de generación de energía eléctrica; y, las gestiones que se puedan realizar a través de consulados y oficinas comerciales de representación para buscar socios comerciales a quienes se les pueda exportar el producto.

Se debe realizar una difusión paulatina tanto para el mercado interno como para el externo, destacando los beneficios de utilizar un combustible de origen vegetal, renovable y limpio; en los sectores productivos e industrializados de la economía.

El proyecto desde el punto de vista financiero ha demostrado ser viable en los escenarios normal y optimista con una tasa mínimamente superior a la tasa de descuento del proyecto, por lo que su implementación en la ciudad de Guayaquil, conllevaría un riesgo financiero alto, siendo importante considerar si la rentabilidad obtenida del proyecto justifica la alta inversión a realizarse, dado que, en el análisis de sensibilidad efectuado en el escenario pesimista, demostró ser inviable.

A través del Gobierno ecuatoriano se está fomentando el uso de biocombustibles fabricados a base de distintas materias primas como parte del cambio de la matriz energética para los siguientes años, y en el caso del piñón el proyecto de *Cero combustibles fósiles para las islas Galápagos*, asegura la demanda de este producto, aún insatisfecha en un alto porcentaje, por lo que se deberían realizar gestiones con los representantes del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, a fin de obtener el apoyo del Estado para la implementación de este proyecto privado de fabricación de biocombustible.

Se sugiere realizar un levantamiento de las plantaciones de piñón, existentes en las provincias de Guayas, Manabí y Santa Elena; en coordinación con entidades como el INIAP, el MEER y el MAGAP, a fin de determinar las extensiones de tierra dedicadas al cultivo de piñón o en las que se podría fomentar este cultivo y de esta forma garantizar la provisión de las semillas, que son la principal materia prima para la obtención del

biocombustible, y minimizar el riesgo en proyectos privados al poder contar con el abastecimiento suficiente de este insumo.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIÓGRAFICAS

- Alvarez Maciel, C. (2009). *Biocombustibles: Desarrollo histórico-tecnológico, mercados actuales y comercio internacional*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Amaru, C. A. (2009). *Fundamentos de Administración. Teoría General y Procesos Administrativos*. Mexico: Pearson Educación México S.A.
- Avla Vásquez, L. d. (2012). *Los Biocombustibles ¿Son la solución?* México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. Mexico: Mc Graw - Hill.
- Báez y Pérez de Tudela, J. (2007). *Investigación Cualitativa*. ESIC Editorial.
- Barahona Nieto, E. (2012). *Nuevos biocarburantes y sostenibilidad: Perfil toxicológico, caracterización de la jatropha curcas y su utilización en países en desarrollo*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Constitución Política de la República del Ecuador. (20 de 10 de 2008). *R.O. N° 449*. Quito, Ecuador.
- Decreto N° 1303. (2012). *R.O. 799 Suplemento del 28 de septiembre de 2012*. Quito, Ecuador.
- Esteban Talaya, A., & Mondéjar Jiménez, J. A. (2010). *Fundamentos de Marketing*. ESIC Editorial.
- Euroobserver. (Julio de 2014). *Biofuels Barometer*.
- Figuerola de la Vega, F. (2008). *Tablero de Comando para la producción de biocombustibles en el Ecuador*. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Mc Graw Hill Interamericana S.A.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (03 de 03 de 2009). Biodiesel. Requisitos. *R.O. No. 539 del 2009-03-03*. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). VII Censo de Población y VI de Vivienda. *VII Censo de Población y VI de Vivienda*.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2008). *Fundamentos de Marketing*. Prentice Hall.

- Martínez R., M. (2002). *Utilización de aceites vegetales para la obtención de Biodiesel*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Mateo, J. P., & García, S. (Junio de 2014). El Sector Petrolero en Ecuador 2000-2010. *Problemas del Desarrollo*, 177.
- Merino Sanz, M. J., Pintado Blanco, T., Grande Esteban, I., & Estevez Muñoz, M. (2009). *Introducción a la Investigación de Mercados*. ESIC Editorial.
- Merino, J. S. (2009). *Introducción a la Investigación de Mercados*.
- Monje Alvarez, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa, Guía Didáctica*. Colombia.
- Mora Sánchez, A. E. (Abril de 2014). El análisis de los negocios ancla y su importancia en la generación del número de visitas para el éxito de los centros comerciales en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Muñoz Baena, P. (02 de 2013). Estudio técnico.económico de una planta de producción de biodiesel. España.
- OCDE/FAO. (2011). *Perspectivas Agrícolas 2011-2020*. OECD Publishing & FAO.
- Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura. (2013). *La Bioenergía en América Latina y el Caribe, el estado de arte en países seleccionados*. Santiago de Chile, Chile.
- Porter, M. (2008). *Las Cinco Fuerzas Competitivas que le dan forma a la estrategia*. Harvard Business Publishing.
- Rengifo Alvear, V. A., & Alvarez, F. (2009). *Proyecto de Inversión para la elaboración y comercialización de Biodiesel a partir de la planta Jatropha Curcas en el Ecuador*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).
- Rodríguez Santoyo, A. R. (2013). *Fundamentos de Mercadotecnia Antología*.
- Ross, S., Westerfield, R., & Jordan, B. (2010). *Fundamentos de Finanzas Corporativas*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Sapag Chain, N. (2009). *Desliando Proyectos*. Santiago: Universidad San Sebastián.
- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación*. Santiago de Chile: Pearson Educación.
- Sapag Chaing, N., & Sapag Chain, R. (1995). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Colombia: Mc Graw Hill Interamericana S.A.
- Secretaría Nacional de Planficación y Desarrollo. (2013). *Proyectos Emblemáticos en Galápagos*. Milagro, Ecuador.

- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (24 de 06 de 2013). Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013-2017. *Consejo Nacional de Planificación, Primera*. Quito, Ecuador.
- Servicio Nacional Holandés de Cooperación al Desarrollo. (2008). *Estudio Comparativo de la Legislación Latinoamericana sobre Biocombustibles*. Tegucigalpa, Honduras.
- Stanton, W. J., Etzel, M. J., & Walker, B. J. (2007). *Fundamentos de Marketing*. México.
- Suquilandia Valdivieso, M. (2012). *Agro Combustible vs. Producción de Alimentos*. Ecuador.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (12 de 2013). Cadena del Petróleo 2013. *Ministerio de Minas y Energía*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Minas y Energía.
- Vanegas V., M. (2011). *Guía Didáctica de Proyectos II*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Zikmund, W., & Babin, B. (2008). *Investigación de Mercados*.

PÁGINAS WEB

- Asociación Litoral de Biocombustible. (2012). Obtenido de Alibio: www.alibio.com.ar
- Banco Central de Reserva del Perú. (2013). *Banco Central de Reserva del Perú*. Recuperado el 2014, de www.bcrp.gob.pe
- Banco Central del Ecuador, Subgerencia de Programación y Regulación. (Febrero de 2015). *Banco Central del Ecuador*. Obtenido de www.bce.gob.ec
- Banco Central, E. (07 de 2013). <http://www.bce.fin.ec/> Recuperado el 28 de 08 de 2013, de <http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000006>
- Carvajal, P., & Orbe, A. (2013). *Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos*. Obtenido de www.sectoresestrategicos.gob.ec
- Centro de Investigación y Desarrollo. (2006). *www.inei.gob.pe*. Recuperado el 10 de 2015, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digiales/Est/Lib0933/Libro.pdf
- Centro Europeo de Empresas Innovadoras. (08 de 2012). <http://www.emprenemjunts.es>. Recuperado el 08 de 2013, de http://www.emprenemjunts.es/descargas/2128_descarga.pdf
- CEPAL, FAO, IICA. (2014). Recuperado el 2015, de www.fao.org

Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. (2012). Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: www.fao.org

Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. (2014). *Pro Ecuador Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, Ministerio de Comercio Exterior*. Recuperado el 2015, de www.proecuador.gob.ec

Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones Pro Ecuador Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2013). *Pro Ecuador Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones Ministerio de Comercio Exterior*. Recuperado el 2014, de www.proecuador.gob.ec

Fundación Ing. Agr. Juan José Castelló Zambrano. (01 de 2016). Recuperado el 01 de 2016, de <http://www.juanjose06.org/pinon.html>

López Montes, R. (2012). Obtenido de www.geociencias.unam.mx

Martrus, W. (23 de 07 de 2013). *www.clubensayos.com*. Recuperado el 10 de 2015, de <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Analisis-Del-Cambio-Climatico/924298.html>

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2014). Obtenido de Ministerio de Electricidad y Energía Renovable: www.energia.gob.ec

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2014). *Ministerio de Electricidad y Energía Renovable*. Obtenido de www.electricidad.gob.ec

Monje Alvarez, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa, Guía Didáctica*. Colombia.

Muñoz Baena, P. (02 de 2013). Estudio técnico.económico de una planta de producción de biodiesel. España.

Naciones Unidas. (1987). <http://www.olade.org>. Recuperado el 10 de 2015, de <http://www.olade.org/realc/documento.php?doc=49234>

New Fuel S.A. (08 de 2012). www.biodieselplants.com.ar. Obtenido de www.biodieselplants.com.ar

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 2014, de www.fao.org/publications

Palacios Palacios, D., & Fallot, A. (01 de 2014). *HAL archives_ouvertes.fr*. Recuperado el 01 de 2016, de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00933388>

Proecuador. (2013). *www.proecuador.gob.ec*. (M. d. Exterior, Ed.) Recuperado el 2015, de Proecuador Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones: <http://www.proecuador.gob.ec/sector5/>

Raghavendra, P. (s.f.). *www.ehowenespanol.com*. Recuperado el 9 de 2013, de http://www.ehowenespanol.com/aplicar-cinco-fuerzas-porter-modelo-negocios-como_121081/

Servicio Nacional Holandés de Cooperación al Desarrollo. (2008). *Estudio Comparativo de la Legislación Latinoamericana sobre Biocombustibles*. Tegucigalpa, Honduras.

SIGWEB. (01 de 2016). *SIGWEB*. Obtenido de www.sigweb.cl

U.S. Department Of Energy. (October de 2015). *EIA U.S. Energy Information Administration*. Obtenido de www.eia.gov

Wikipedia La enciclopedia libre. (s.f.). Recuperado el 10 de 2015, de Wikipedia La enciclopedia libre: <https://es.wikipedia.org/wiki/>

GLOSARIO

Biocombustible de primera generación son producidos de azúcar, amida y aceites de una parte específica (frecuentemente comestible) de plantas tradicionales como caña de azúcar, trigo, maíz, palma aceitera y soya. Esos biocombustibles (etanol y biodiesel) ya son producidos y comercializados en cantidades significativas por diversos países, respondiendo actualmente por 1,5% del total de combustibles de transporte en el mundo.

Biocombustible de segunda generación también llamados biocombustibles celulósicos, son producidos de materias-primas no alimentares como materiales celulósicos, residuos de cosecha y desechos agrícolas y urbanos.

Biocombustibles de tercera generación son producidos a partir de la materia prima modificada genéticamente que permite los procesos subsecuentes. Los agentes de conversión (microorganismos, algas) también son modificados genéticamente para que el proceso sea más eficiente.

Bioetanol El bioetanol es un alcohol que se origina de la fermentación de los azúcares que se encuentran en ciertos vegetales. Básicamente, son cuatro las fuentes principales desde las que se puede obtener: alcohol etílico (proveniente de la industria vitivinícola); plantas ricas en azúcares (caña de azúcar, remolacha, sorgos dulces); cereales (trigo, cebada, maíz); material lignocelulósico (madera, celulosa, hierba).

Biodiesel es un líquido que se obtiene, a partir de grasas naturales que pueden ser aceites vegetales o grasas animales, sin uso o usados, mediante procesos de esterificación y transesterificación, para la elaboración de sustitutos parciales o totales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo.

Biomasa Materia orgánica que se encuentra tanto encima como debajo del suelo, y tanto viva como muerta; por ejemplo, árboles, cultivos, hierbas, hojarasca y raíces.

Caña de Azúcar Se la conoce también como caña dulce o caña miel. Originaria de las islas del Pacífico Sur, crece en climas cálidos. Tiene el tallo macizo, que está lleno de

dos partes bien diferenciadas un tejido esponjoso y dulce en la parte central del que se extrae un jugo rico en sacarosa (azúcar); y una parte periférica que en el proceso de extracción de azúcar constituye el bagazo.

Catalizadores Elemento capaz de producir la catálisis. La catálisis es una transformación química activada por cuerpos que al finalizar la reacción permanecen inalterados.

Camelina sativa Conocida también como Camelina es una planta herbácea y oleaginosa de la familia de las crucíferas. Es originaria de Europa del Norte y de Asia, aunque su presencia en América es cada vez más frecuente debido a sus múltiples usos. Desde la edad de bronce y la edad de hierro, se ha utilizado el cultivo de camelina para obtener aceite y usarlo como combustible. Si bien es cierto que la camelina es más conocida por su uso como carburante biodiesel, hace miles de años que se utiliza también como cosmético para la piel en razón de las altas concentraciones en ácidos grasos insaturados que presenta.

Central Hidroeléctrica En ella se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda. En general, estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como *salto geodésico*. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador donde se transforma en energía eléctrica.

Coke El coque es un combustible sólido formado por la destilación de carbón bituminoso calentado a temperaturas de 500 a 1100 °C sin contacto con el aire. El proceso de destilación implica que el carbón se limpia de alquitrán, gases y agua. Este combustible o residuo se compone en 90 a 95% de carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre e hidrogeno están presentes en menor cantidad. El coque de petróleo (en inglés, *petroleum coke* o *pet coke*) es un sólido carbonoso derivado de las unidades de coquización en una refinería de petróleo.

Colza Es el nabo (*Brassica napus*) o colza (*Brassica napus* var. *oleifera*), una planta que sirve para obtener forraje, aceite vegetal para consumo humano y biodiesel.

Combustible Fósil Fuente de energía no renovable producida por los restos de organismos vivientes que se constituyen bajo el suelo o en el curso de períodos geológicos, pudiendo adoptar una forma líquida (aceite), sólida (carbón, turba) o gaseosa (gas natural).

Combustible no renovable Combustible extraído de un recurso finito que terminará esquilado y siendo demasiado costoso o demasiado perjudicial para el medio ambiente para que pueda ser recuperado; comprende los combustibles fósiles provenientes del carbón, petróleo y gas natural y la energía nuclear.

Crambe abyssinica Es una oleaginosa de cultivos, nativa del Mediterráneo. Según el Manual de cultivos alternativos de campo, se utiliza como un industrial lubricante, un inhibidor de la corrosión, y como un ingrediente en la fabricación de caucho sintético.

Cynara cardunculus El cardo (*Cynara cardunculus*), o cardo comestible, es un miembro de las asteráceas, se la conoce también como alcachofa, de la que a veces se considera subespecie. Hay posibilidades de obtener buen biodiesel. El aceite se extrae de las semillas, similar al de girasol en composición y uso.

Destilación Separación por medio de calor de una sustancia volátil de otras más fijas.

Electronics Industry Alliance (EIA) Conocida anteriormente con el nombre de Electronics Industry Association. Es una organización conformada por la agrupación de las compañías electrónicas y de alta tecnología de los Estados Unidos, cuya misión es promover el desarrollo del mercado y la competitividad de la industria de la alta tecnología de los Estados Unidos.

Energía Geotérmica: Utilización del calor proveniente del interior de la Tierra para la generación de electricidad. Su utilización tanto para electricidad como para calor es atrayente considerando el potencial: 1% de la energía térmica contenida en una camada superficial de 10 km de la tierra corresponde a 500 veces todas las reservas de aceite y gas (Duffield & Sass, 2003).

Energía Eólica Es la conversión de la energía de los vientos en electricidad utilizando turbinas.

Etanol Se emplea como combustible industrial y doméstico. Esta última aplicación se extiende también cada vez más en otros países para cumplir con el protocolo de Kyoto.

Erlenmeyer Frasco de vidrio ampliamente utilizado en laboratorios de Química y Física. Se utiliza para el armado de aparatos de destilación o para hacer reaccionar sustancias que necesitan un largo calentamiento. También sirve para contener líquidos que deben ser conservados durante mucho tiempo.

Éster En bioquímica son el producto de la reacción entre los ácidos grasos y los alcoholes. En la formación de ésteres, cada radical OH (grupo hidroxilo) del radical del alcohol se sustituye por la cadena -COO del ácido graso. El H sobrante del grupo carboxilo, se combina con el OH sustituido, formando agua. En química orgánica y bioquímica los ésteres son un grupo funcional compuesto de un radical orgánico unido al residuo de cualquier ácido oxigenado, orgánico o inorgánico. Los ésteres más comúnmente encontrados en la naturaleza son las grasas, que son ésteres de glicerina y ácidos grasos (ácido oleico, ácido esteárico, etc.)

Esterificación El proceso resultante de la condensación de un ácido carboxílico y un alcohol se denomina esterificación.

Fotovoltaico Material o dispositivo que convierte la energía luminosa en electricidad.

Gasoil o Gasóleo Fracción destilada del petróleo crudo, que se purifica especialmente para eliminar el azufre. Se usa sobre todo en los motores Diesel y como combustible en hogares abiertos.

Gases de Efecto Invernadero Compuestos químicos presentes en la atmósfera que bloquean la radiación solar y el calor.

Glicerol El glicerol o glicerina se genera en grandes cantidades como subproducto del proceso de fabricación de biodiesel. Se trata de un compuesto que no es tóxico ni irritante, es biodegradable y reciclable y presenta una serie de propiedades físicas y químicas que pueden convertirlo en un disolvente alternativo a los disolventes orgánicos convencionales. Se caracteriza por su alto punto de ebullición, escasa presión de vapor, elevada capacidad para disolver compuestos orgánicos e inorgánicos y estabilidad en condiciones normales de presión y temperatura. Además, el glicerol puede ser convertido fácilmente en metanol, etanol, 1-propanol y propanodiol por medio de reacciones de hidrogenólisis, siendo entonces, una buena materia prima para la preparación de otros disolventes. Puede utilizarse como humectante, plastificante, emoliente, espesante, medio dispersor, lubricante, endulzante y anticongelante, ser utilizado en cosmética, artículos de aseo, medicamentos y productos alimenticios. (Wikipedia La enciclopedia libre, s.f.)

Higuerilla El nombre común de la planta *Ricinus communis*. Es una oleaginosa cuyo aceite se utiliza en la industria de motores de alta revolución, en pinturas, lacas, barnices, plásticos, fertilizantes, además del uso como antiparasitario en humanos.

Jatropha Curcas Arbusto perennifolio que se encuentra en Asia, África y la Indias Occidentales. Conocido como piñón o piñoncillo. Sus semillas no comestibles contienen una elevada proporción de aceite que se puede utilizar para producir biogasóleo.

Joule Unidad que se emplea para expresar el potencial eléctrico. Es una unidad derivada del Sistema Internacional utilizada para medir energía, trabajo y calor.

Lignocelulósicos La madera se compone de lignina, celulosa y hemicelulosa. Con este adjetivo se describen los procesos en los cuales se combinan la lignina y la celulosa, por ejemplo, los que consisten en la descomposición de ambas sustancias.

Mechero de Bunsen El Mechero Bunsen está constituido por un tubo vertical que va enroscado a un pie metálico con ingreso para el flujo del combustible, el cual se regula a través de una llave sobre la mesa de trabajo. En la parte inferior del tubo vertical existen orificios y un anillo metálico móvil o collarín también horadado. Ajustando la posición relativa de estos dos orificios, se logra regular el flujo de aire que aporta el oxígeno

necesario para llevar a cabo la combustión con formación de llama en la parte superior del tubo vertical.

Metanol Alcohol metílico, líquido, incoloro, soluble en agua, inflamable y tóxico. (Wikipedia La enciclopedia libre, s.f.)

Micrones Micra. Unidad de longitud equivalente a la millonésima parte del metro.

Palma Africana Conocida también como la palma aceitera. Son originarias del Occidente de África Ecuatorial, donde se conoce que los nativos ya realizaban la extracción de su aceite hace 5 000 años. Su hábitat natural son las regiones tropicales calurosas, donde crece de mejor manera y puede alcanzar su altura máxima. Los frutos de la palma aceitera son carnosos y forman un racimo, que son cultivados y llevados a las plantas extractoras de aceite donde después de varios procesos físicos y químicos, se logra extraer el aceite. El aceite de palma se utiliza en la industria alimenticia para hacer manteca vegetal, utilizada como aceite para freír o aliñar; también se puede elaborar derivados similares al aceite de cacao y jabón. Actualmente, se utiliza también como materia prima para producir biocombustibles.

Piensos Alimento, elaborados con productos de origen vegetal o animal junto con sustancias orgánicas e inorgánicas que contiene aditivos o no, para los animales.

Protocolo de Kioto. En él, los países industrializados se comprometieron a reducir, en 5%, sus emisiones entre los años 2008 - 2012, con respecto a sus emisiones del año 1990.

Recursos Hídricos Los recursos hídricos son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas. Estos recursos deben preservarse y utilizarse de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida.

Transgénicos Es un organismo modificado genéticamente mediante técnicas artificiales que permiten suprimir o insertar genes a un virus, bacteria, vegetal, animal o humanos.

Termoeléctrica De la termoelectricidad o relativo a ella. Parte de la física que estudia la propiedad que tienen algunos cuerpos de emitir electricidad cuando se calientan.

Taxonomía Ciencia que se ocupa de los principios, métodos y fines de la clasificación. Clasificación que se realiza según esta ciencia, en especial la que ordena, jerarquiza y nombra, dentro de la biología, los seres vivos.

Transesterificación Proceso para obtención del biodiesel que consiste en combinar el aceite (por lo general aceite vegetal) con un alcohol ligero, normalmente metanol, y deja como residuo glicerina, que se separa para emplearlo en otras industrias, por ejemplo, la cosmética.

Vitón El vitón es un fluoroelastómero obtenido de la derivación del caucho sintético y el fluoropolímero elastómero, el cual se emplea para el moldeo y extrusión. Este elemento posee diversas características que lo hacen uno de los materiales con mayor elasticidad y resistencia para distintas aplicaciones, como alta resistencia a aceites, lubricantes y combustibles; además de ser compatible con hidrocarburos, cetonas y ácidos orgánicos. También se utiliza en aplicaciones de combustible para automóviles u otros medios de transporte.

ANEXOS

Anexo 1 Características del Motor Mitsubishi MAN V9 40/54

Características del Motor Mitsubishi.	
FABRICANTE:	MITSUBISHI – MAN
MODELO:	V9V 40/54 TURBOALIMENTADO
CAPACIDAD:	7314 P.S. = 5200 KW
RENDIMIENTO:	17 Kwh/gal
RADIO DE COMPRESION:	1: 12.12 CILINDRO PRINCIPAL 1: 12.43 CILINDRO SECUNDARIO
TEMPERATURA DE ESCAPE:	391° C
AIRE DE ENTRADA:	16° C
ARRANQUE:	POR AIRE COMPRIMIDO
COMBUSTIBLE:	BUNKER – RESIDUO – DIESEL
PROTECCIONES:	Falla de arranque, parada de emergencia, baja presión de aceite lubricante, baja presión de aceite de turbo alimentador, alta temperatura de agua de cilindro, alta temperatura de aceite lubricante, alta temperatura de cojinetes de motor, parada.
COMBUSTIBLE DE TRABAJO:	BUNKER – RESIDUO
COMBUSTIBLE DE ARRANQUE Y PARADA MOTOR:	DIESEL
TIPO:	DESIGNACION DE CILINDROS EN V
PRINCIPIO	4 TIEMPOS
TERMODINAMICO:	
DIAMETRO INTERIOR DE CILINDRO (cm):	40
CARRERA DEL PISTON (cm):	54
Nro. CILINDROS:	18
INCLINACION DE CILINDROS:	22.5°
Nro. VALVULAS DE ESCAPE:	2 POR CILINDRO
Nro. VALVULAS DE ADMISION:	2 POR CILINDRO
Nro. MAXIMO RPM EN OPERACION:	400 RPM
DIMENSIONES. -	
EMBOLO BIELA:	3330mm
LONGITUD DE BIELA MAESTRA:	1310mm
LONGITUD DE BIELA SECUNDARIA:	1310mm
DIAMETRO CILINDRO:	400mm
ORDEN DE ENCENDIDO. -	1 – 11 – 2 – 13 – 4 – 15 – 6 – 17 – 8 – 18 – 9 – 16 – 7 – 14 – 5 – 12 – 3 – 10

Fuente: Datos Obtenidos Central Térmica Pichincha

Anexo 2 Características de Planta BIO

BIO400m7:	BIOHEAT400m7:	BIOCLEANm2:
• Construido en acero de bajo carbono A36 (SAE 1010)	• Construido en acero de bajo carbono A36 (SAE 1010)	• Construido A36 (SAE 1010)
• Soldadura TIG	• Soldadura TIG	• Soldadura TIG
• Pintura Epoxy	• Pintura Epoxy	• Pintura Epoxy
• Cumple con EC 4/94 (ATEX)	• Cumple con EC 4/94 (ATEX)	• Capacidad de almacenaje 55 Litros
• Circuitos independientes de Metanol y Aceite Vegetal	• Circuitos independientes de Metanol y Aceite Vegetal	• Centrifuga cerrada de 7,000 RPM
• Manómetro análogo de 4"	• Termostato Digital	• Filtro de 1 micrón
• Válvula de Seguridad Precalibrada	• Termómetro Digital	• Elemento calefactor controlado mediante termostato
• Venteo dedicado	• Bomba dedicada	• Bomba industrial de desplazamiento positivo
• Control Visual de Volumen	• Control Visual de Volumen	• Inversor de Frecuencia de estado sólido
• Alto de Emergencia	• Alto de Emergencia	• Válvulas de Bronce 90° con esfera cromada y sellos de Nylon 6
• Filtro 20 Micrones	• Válvulas de Bronce 90° con esfera cromada & sellos de Nylon 6	• Sellos de Vitón
• Válvulas de Bronce 90° con esfera cromada & sellos de Nylon 6	• Sellos de Vitón en Bombas	• Portátil. Ruedas con Goma
• Sellos de Vitón en Bombas	• Protección individual de circuitos	• Manómetro con Glicerina de 2"
• Protección individual de circuitos		• Termómetro
		• Protección individual de circuitos

Fuente: <http://www.centralbiodieselhttp.com/es/productos/bio1/> , 2012

Anexo 3 Información General

Información General de la planta de producción:	
Capacidad	Litros (300 Galones) cada 24 horas
Consumo eléctrico por litro	40-60 watts
Capacidad Instalada Requerida	18kW
Tiempo promedio por batch	50'
Personal Necesario	1
Temperatura de Reacción	90°C (194F)
Presión Recomendada	1 Atm
Tiempo de Decantación Promedio	6 - 8 horas
Reactor y BioAlky Volts/Ciclos Disponibles	(Tres Fases) 3x200/240/380/440 AC 50/60Hz
BioClean	220-240 AC 50/60Hz

Fuente: <http://www.centralbiodieselhttp.com/es/productos/bio1/>, 2012

Anexo 4 Preguntas De La Encuesta

PREGUNTA 1 De cuál de estos tipos de combustible prefiere proveerse: de piñón, de palma africana o caña de azúcar.

OPCIONES	ENCUESTADOS
Piñón	
Palma Africana	
Caña de Azúcar	
No Contesta	
Total Encuestados	

PREGUNTA 2 ¿Cuál tipo de combustible prefiere comprar: de origen fósil o vegetal?

OPCIONES	ENCUESTADOS
Combustible fósil	
Combustible vegetal	
No Contesta	
Total Encuestados	

PREGUNTA 3 Considera: ¿Qué se incrementaría la compra de biocombustible a base de *Jatropha curcas* (piñón) si existiera un subsidio gubernamental para la compra de este biocombustible?

OPCIONES	ENCUESTADOS
Si	
No	
No Contesta	
Total Encuestados	

PREGUNTA 4 ¿Preferiría abastecerse de biocombustible ecuatoriano en lugar de importar combustible fósil proveniente de otros países?

OPCIONES	ENCUESTADOS
Si	
No	
No Contesta	
Total Encuestados	

PREGUNTA 5 Abastecerse de biocombustible ecuatoriano en lugar de importar combustible fósil de otros países (para cubrir la demanda insatisfecha de su país) ¿qué le representa?

OPCIONES	ENCUESTADOS
Reducción costos de materia prima	
Reducción gastos administrativos	
Incurrir en Otros Costos	
No Contesta	
Total Encuestados	

PREGUNTA 6 ¿En qué sectores se utiliza el biodiesel a base de jatropha curcas (piñón) en los mercados Internacionales?

OPCIONES	ENCUESTADOS
Sector Automotriz	
Sector Aeronáutico	
Sector Eléctrico	
No Contesta	
Total Encuestados	

PREGUNTA 7 ¿Cuáles países actualmente son los que impulsan la utilización de biocombustible de piñón en las industrias de aviación comercial y automotriz?

OPCIONES	ENCUESTADOS
Gran Bretaña	
India	
Japón	
China	
No Contesta	
Total Encuestados	

Anexo 5 Realización de encuestas

Para la realización de la presente encuesta se consideró que la demanda total de biocombustibles se encuentra actualmente cubierta en un 70% por las centrales eléctricas y termoeléctricas existentes en el Ecuador, existiendo por lo tanto una demanda interna insatisfecha de biocombustibles del 30%, de ese 30% aspiramos a contribuir del total de la producción con cerca de un 1% destinado a mercado local para las centrales termoeléctricas. Considerando que el volumen de producción de la planta de biocombustible a instalar es de 792.000 litros anuales o 4.981 barriles anuales para el año 2014.

Además, de acuerdo con la nueva matriz energética del Ecuador propuesta realizada por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) se encuentra entre otros componentes, los siguientes:

**Cuadro 5.1. Resumen de Matriz Energética del Ecuador
Año 2013**

Biocombustible	Cantidad Galones	Barriles*
Palma Africana	79.000.000,00	1.880.952,38
Jatropha Curcas (Piñón)	137.000,00	3.262

a/1 Barril =42 Galones

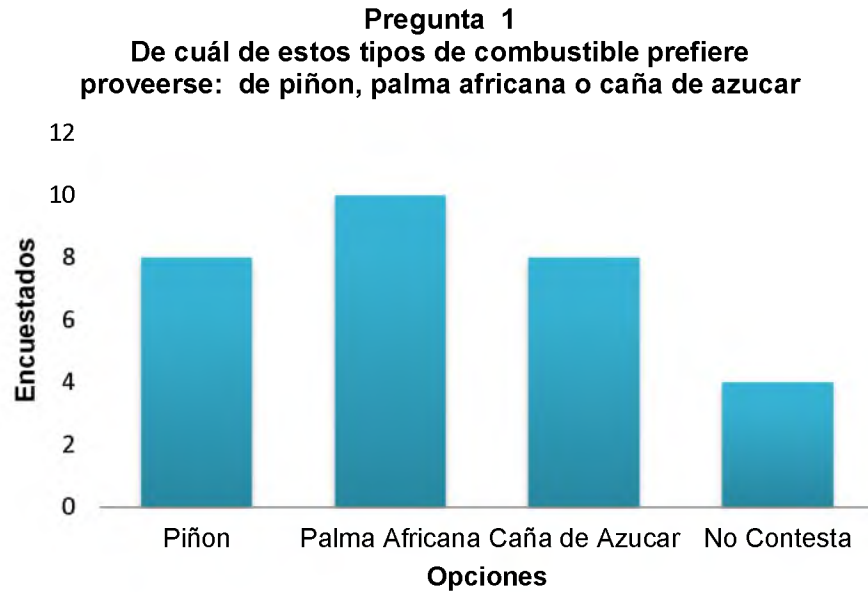
Fuente: Plan Nacional para el Desarrollo, "Plan Nacional para el Buen Vivir" 2009-2013.

Pregunta 1 De cuál de estos tipos de combustible prefiere proveerse: de piñón, de palma africana o caña de azúcar.

OPCIONES	ENCUESTADOS	%
Piñón	8	27%
Palma Africana	10	33%
Caña de Azúcar	8	27%
No Contesta	4	13%
Total Encuestados	30	100

Fuente: Investigación de campo, Octubre 2014

Figura 5.1. Encuesta Pregunta 1



De la pregunta anterior se infiere que los encuestados prefieren el combustible hecho a base de palma africana en un 33%, luego existe un 27% que prefiere el combustible a base de caña de azúcar, y otro 27% también prefiere el combustible hecho a base de aceite de piñón; no obstante, el biocombustible a base de piñón es relativamente nuevo en el mercado tiene un porcentaje que indica una buena aceptación, existe sin embargo un 13% de encuestados que no contesta la pregunta.

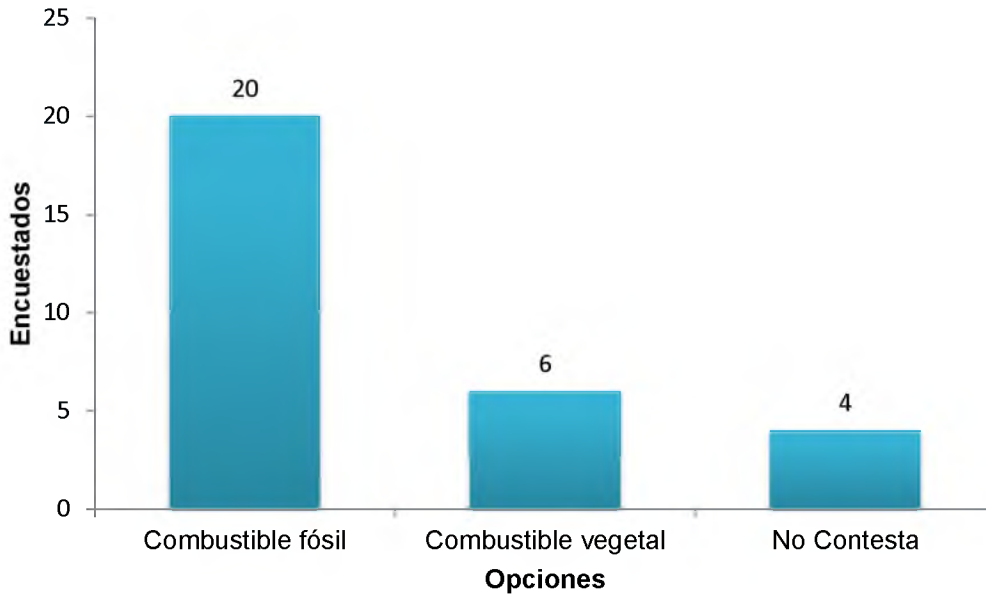
Pregunta 2 ¿Cuál tipo de combustible prefiere comprar: de origen fósil o vegetal?

OPCIONES	ENCUESTADOS	%
Combustible fósil	20	67%
Combustible vegetal	6	20%
No Contesta	4	13%
Total Encuestados	30	100

Fuente: Investigación de campo, Octubre 2014

Figura 5.2. Encuesta Pregunta 2

Pregunta 2 ¿Cuál tipo de combustible prefiere comprar: de origen fósil o vegetal?



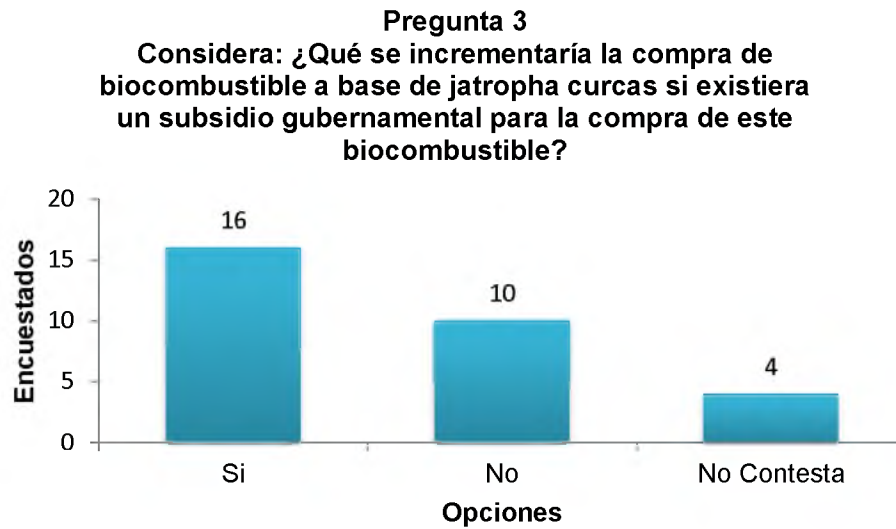
El resultado de esta pregunta, muestra claramente el predominio del combustible tradicional (fósil) con el 67% para la operación de centrales térmicas, no obstante la opción del biocombustible tiene un 20%, existiendo un 13% que no contesta la pregunta.

Pregunta 3 Considera: ¿Qué se incrementaría la compra de biocombustible a base de jatropha curcas (piñón) si existiera un subsidio gubernamental para la compra de este biocombustible?

OPCIONES	ENCUESTADOS	%
Si	16	53%
No	10	33%
No Contesta	4	13%
Total Encuestados	30	100

Fuente: Investigación de campo, Octubre 2014

Figura 5.3. Encuesta Pregunta 3



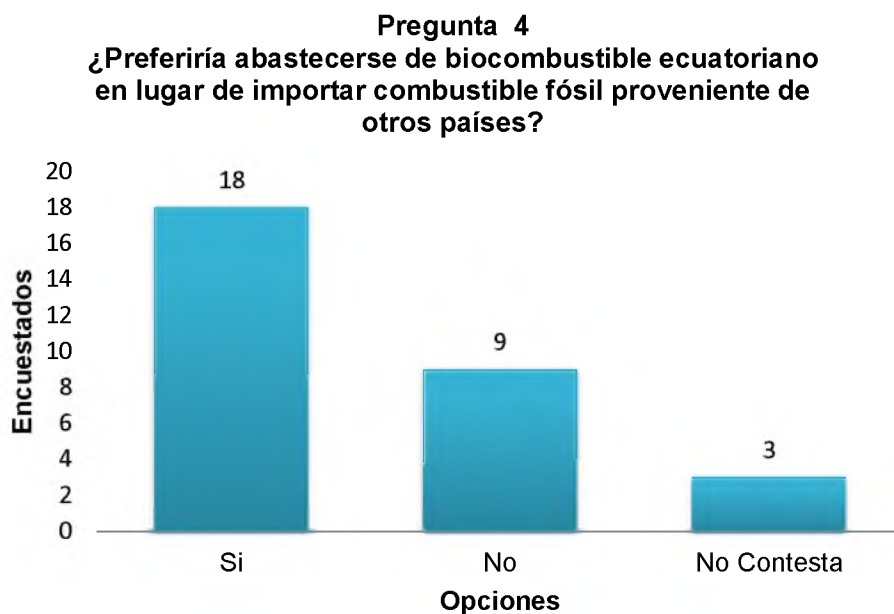
Actualmente en el Ecuador, el único subsidio estatal es dirigido hacia los combustibles fósiles a base de petróleo, el cambio de la política de combustibles hacia un potencial subsidio hacia este nuevo sector tiene un 53% de aceptación de que los encuestados considerarían para comprar el combustible de origen vegetal en lugar del combustible fósil, le sigue un 33% de encuestados que contestan que no incrementarían la compra de biocombustible a base de aceite de piñón, un 13% de los encuestados no contesta.

Pregunta 4 ¿Preferiría abastecerse de biocombustible ecuatoriano en lugar de importar combustible fósil proveniente de otros países?

OPCIONES	ENCUESTADOS	%
Si	18	60%
No	9	30%
No Contesta	3	10%
Total Encuestados	30	100

Fuente: Investigación de campo, Octubre 2014

Figura 5.4. Encuesta Pregunta 4



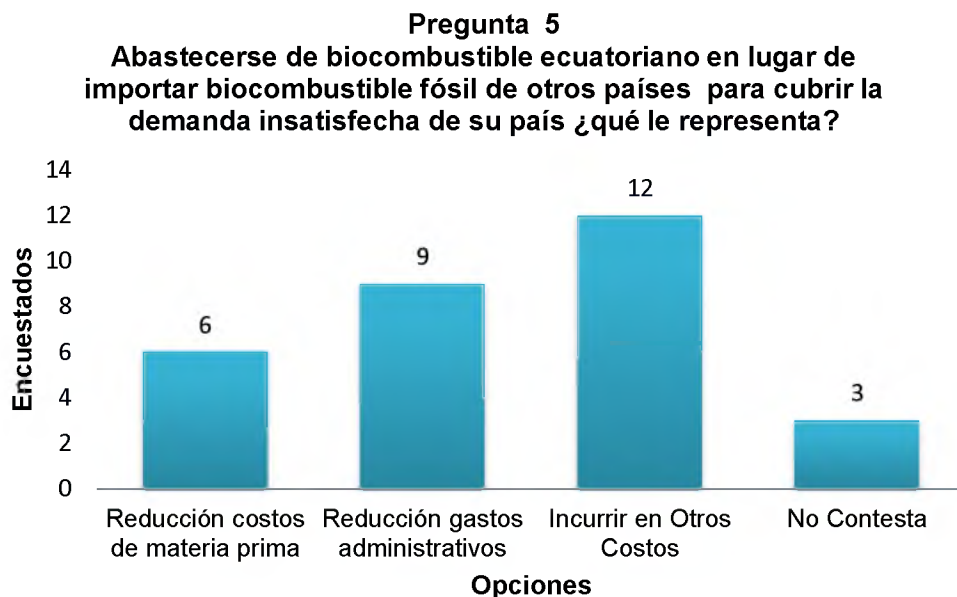
El 60% de los encuestados se mostraron a favor de comprar biocombustible ecuatoriano con respecto a un 30% que indicó que prefiere importar combustible fósil, finalmente un 10% no contesta la pregunta.

Pregunta 5 Abastecerse de biocombustible ecuatoriano en lugar de importar combustible fósil de otros países (para cubrir la demanda insatisfecha de su país) ¿qué le representa?

OPCIONES	ENCUESTADOS	%
Reducción costos de materia prima	6	20%
Reducción gastos administrativos	9	30%
Incurrir en Otros Costos	12	40%
No Contesta	3	10%
Total Encuestados	30	100

Fuente: Investigación de campo, Octubre 2014

Figura 5.5. Encuesta Pregunta 5



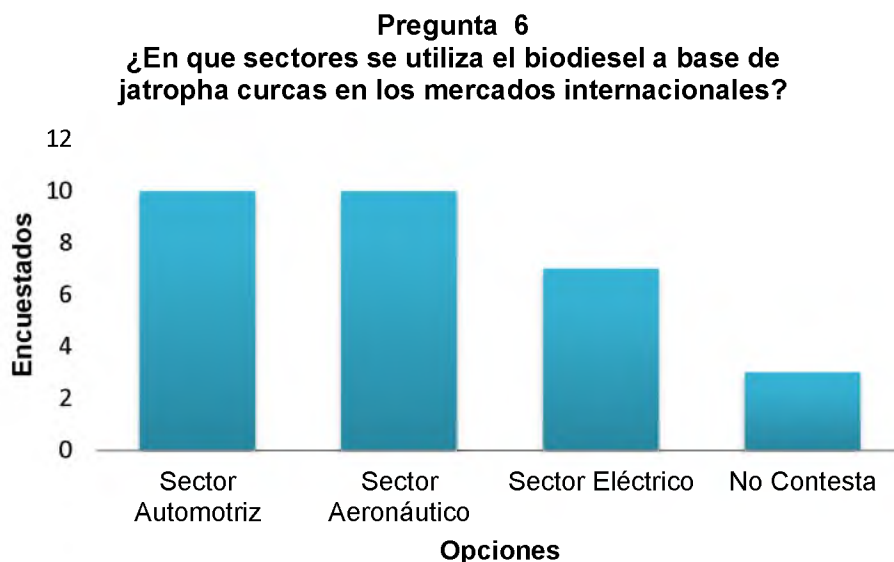
Del total de los encuestados un 40% manifestaron que comprar biocombustible les representa “incurrir en otros costos”, seguidos del 30% que indicó la reducción de gastos administrativos, para el 20% de los encuestados representa una reducción de costos de materia prima, finalmente un 10% no contesta.

Pregunta 6 ¿En qué sectores se utiliza el biodiesel a base de jatropha curcas (piñón) en los mercados Internacionales?

OPCIONES	ENCUESTADOS	%
Sector Automotriz	10	33%
Sector Aeronáutico	10	33%
Sector Eléctrico	7	23%
No Contesta	3	10%
Total Encuestados	30	100

Fuente: Investigación de campo, Octubre 2014

Figura 5.6. Encuesta Pregunta 6



Los encuestados manifestaron que los mercados internacionales utilizan el biodiesel en un porcentaje de 33% en el sector automotriz, seguido de un 33% que lo utiliza en el sector aeronáutico, mientras un 23% lo utiliza en el sector eléctrico, finalmente un 10% de los encuestados no contesta la pregunta.

Pregunta 7 ¿Cuáles países actualmente son los que impulsan la utilización de biocombustible de piñón en las industrias de aviación comercial y automotriz?

OPCIONES	ENCUESTADOS	%
Gran Bretaña	5	17%
India	6	20%
Japón	8	27%
China	8	27%
No Contesta	3	10%
Total Encuestados	30	100

Fuente: Investigación de campo, Octubre 2014

Figura 5.7. Encuesta Pregunta 7



Los encuestados manifestaron que el país que actualmente apoya un mayor uso de biocombustibles de *Jatropha curcas* en el sector de aviación es Gran Bretaña con un 17% (País que actualmente tiene diferentes iniciativas para proveer de biocombustibles a sus diferentes aviones comerciales tales como el Grupo de Aviación de Usuarios de Combustibles Sustentables), mientras que Japón con un 27% (Uno de los principales exportadores de autos en el mundo); y China con un 27% (Mayor productor de automóviles con un gran potencial a futuro), India con un 20% (Mayor importador de biocombustibles de *Jatropha curcas*), existe un 10% de encuestados que no respondió la pregunta.

Anexo 6 Inferencia de los resultados de la Encuesta a la Población

Contenido de Pregunta

De cuál de estos tipos de combustible prefiere proveerse: de piñón, de palma africana o caña de azúcar.

1

Opciones	Muestra %	Población	Cantidad
Piñón	27%		12
Palma Africana	33%		15
Caña de Azúcar	27%		12
No Contesta	13%		6
Total	100	46	46

2 **¿Cuál tipo de combustible prefiere comprar: de origen fósil o vegetal?**

Opciones	Muestra %	Población	Cantidad
Combustible fósil	67%		31
Combustible vegetal	20%		9
No Contesta	13%		6
Total	100	46	46

3 **Considera: ¿Qué se incrementaría la compra de biocombustible a base de jatropha curcas (piñón) si existiera un subsidio gubernamental para la compra de este biocombustible?**

OPCIONES	Muestra %	Población	Cantidad
Si	53%		25
No	33%		15
No Contesta	13%		6
Total	100	46	46

4 **Prefiere abastecerse de biocombustible ecuatoriano en lugar de importar combustible fósil de otros países?**

OPCIONES	Muestra%	Población	Cantidad
Si	60%		28
No	30%		14
No Contesta	10%		5
Total	100	46	46

5 **Abastecerse de biocombustible ecuatoriano en lugar de importar combustible fósil de otros países (para cubrir la demanda insatisfecha) que le representa?**

OPCIONES	Muestra %	Población	Cantidad
Reducción costos de materia prima	20%		9
Reducción gastos administrativos	30%		14
Incurrir en Otros Costos	40%		18
No Contesta	10%		5
Total	100	46	46

- 6 **En que sectores se utiliza el biodiesel a base de jatropha curcas (piñón) en los mercados Internacionales?**

OPCIONES	Muestra %	Población	f
Sector Automotriz	33%		15
Sector Aeronáutico	33%		15
Sector Eléctrico	23%		11
No Contesta	10%		5
Total	100		

- 7 **Que países actualmente son los que impulsan la utilización de biocombustible de piñón en las industrias de aviación comercial y automotriz?**

OPCIONES	Muestra %	Población	f
Gran Bretaña	17%		8
India	20%		9
Japón	27%		12
China	27%		12
No Contesta	10%		5
Total	100	46	46

Anexo 7 Conversión de Materia Prima para elaborar Aceite de Piñón

Cantidad Materia Prima	Para Producir	
	Biodiesel de Piñón	
	792.000 Lts. (100% CP)	633.600 Lts. (80% CP)
Semilla de Piñón ¹	2.262.850 Lbs.	1.810.285 Lbs.
Aceite de Piñón	792.000 Lts.	633.600 Lts.
Torta (Abono) ²	1.584.000 Lbs.	1.266.000 Lbs.
Glicerina o Glicerol	79.200 Lts.	63.360 Lts.

¹/De la semilla de piñón se obtiene el 35% de su peso en aceite de piñón.

²/A razón de 2 Lbs. de Torta por Litro de aceite de piñón.

Fuente: Departamento Técnico Proyecto Aceite de Piñón, INIAP.

Materia Prima/Subproducto	Unidad	Cantidad (100% CP)	Cantidad (80% CP)
Semilla de Piñón	Lbs.	2.262.850	1.810.285
	Quintal Métrico ¹	22.826,50	18.102,85
	Quintal Estadounidense ²	49.787,68	39.830,25
Torta (Abono)	Kg.	1.584.000	1.266.000
	Quintal Métrico	15.840	12.660
	Quintal Estadounidense	34.851,49	27.854,79

¹/ Un quintal métrico equivale a 100 Kg.

²/Un quintal estadounidense equivale a 45,45 Kg.

Fuente: Sistema Internacional de Medidas

Materia Prima/Subproducto	Unidad	Precio
Semilla de Piñón	Quintal	\$14,00
Torta (Abono)	Quintal	\$3,50
Glicerina o Glicerol	Galón	\$7,50

Fuente: Departamento Técnico Proyecto Aceite de Piñón, INIAP.

Anexo 8 Cálculo de Conversión de Capacidad Instalada de la Planta

Capacidad de la Planta	Biodiesel		
	Litros por año	Galones por año	Barriles por año
100%	792.000,00	209.224,26	4.981,51
80%	633.600,00	167.379,41	3.985,21

a/ 1 galón=3,785 litros

b/ 1 barril= 42 galones

Capacidad de la Planta	Glicerol		
	Litros por año	Galones por año	Barriles por año
100%	79.200,00	20.922,42	498,15
80%	63.360,00	16.737,94	398,52

a/ 1 galón=3,785 litros

b/ 1 barril= 42 galones

Anexo 9 Cálculo de Conversión de la Cantidad Demandada Anual

Años	Demanda Interna Insatisfecha de Biodiesel	Cantidad Demandada Cubierta por Producción de la planta de biocombustible de Jatropha Curcas
	Galones	Galones
2014	52.840.000,00	167.379,41
2015	52.840.000,00	175.748,38
2016	52.840.000,00	184.535,80
2017	52.840.000,00	193.762,59
2018	52.840.000,00	203.450,72

Fuente: Investigación de campo

Anexo 10 Cálculo de Conversión de la Cantidad de Producción Anual

Meses	Producción Anual de Biodiesel en Litros	Producción Anual de Biodiesel en Galones	Producción Anual de Biodiesel en Barriles
Enero	30.000,00	7.925,16	188,69
Febrero	33.000,00	8.717,68	207,56
Marzo	35.000,00	9.246,02	220,14
Abril	45.000,00	11.887,74	283,04
Mayo	48.000,00	12.680,26	301,91
Junio	52.600,00	13.895,45	330,84
Julio	55.000,00	14.529,46	345,94
Agosto	60.000,00	15.850,32	377,39
Septiembre	65.000,00	17.171,18	408,84
Octubre	70.000,00	18.492,04	440,29
Noviembre	70.000,00	18.492,04	440,29
Diciembre	70.000,00	18.492,04	440,29
Total	633.600,00	167.379,41	3.985,22

Fuente: Tomado de Tabla 17 Producción Anual de Biodiesel y Glicerol en Litros, pág. 77.

a/ 1 galón=3,785 litros

b/ 1 barril= 42 galones

Anexo 11 Cálculo de Conversión del Precio de Biodiesel

	Por Galón	Por Barril
Años	2015	
Tipo	Ene	Ene
Biodiesel (B20)	\$ 3,18	\$ 133,56
Biodiesel (B99-B100)	\$ 3,40	\$ 142,80

a/ 1 barril= 42 galones

Anexo 12 Tasas

Escenario Normal

Tasa crecimiento inflación	3,89%	BCE, Promedio del IPC entre el año 2010 y 2014
Tasa crecimiento demanda	5,00%	Escenario normal
Tasa crecimiento ventas Año 2	5,00%	Escenario normal
Tasa crecimiento ventas Años 3-5	8,00%	Escenario normal
Tasa crecimiento costo directo	4,46%	BCE, Promedio del IPP entre el año 2011 y 2014
Tasa crecimiento insumos directos	4,46%	BCE, Promedio del IPP entre el año 2011 y 2014
Tasa crecimiento mano obra directa	4,46%	BCE, Promedio del IPP entre el año 2011 y 2014
Tasa crecimiento costo indirecto	4,46%	BCE, Promedio del IPP entre el año 2011 y 2014
Tasa crecimiento gastos generales	4,46%	BCE, Promedio del IPP entre el año 2011 y 2014
Tasa impositiva	33,70%	Incluye 15% participación trabajadores y 22% Impuesto Renta
Tasa descuento proyecto	8,15%	Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)

Fuente: Investigación de Campo

Escenario Optimista

Tasa crecimiento inflación	2,50%
Tasa crecimiento demanda	7,50%
Tasa crecimiento ventas Año 2	5,00%
Tasa crecimiento ventas Años 3-5	10,00%
Tasa crecimiento costo directo	4,00%
Tasa crecimiento insumos directos	4,00%
Tasa crecimiento mano obra directa	4,00%
Tasa crecimiento costo indirecto	4,00%
Tasa crecimiento gastos generales	4,00%
Tasa impositiva	33,70%

Fuente: Investigación de Campo

Escenario Pesimista

Tasa crecimiento inflación	5,00%
Tasa crecimiento demanda	0,00%
Tasa crecimiento ventas Año 2	5,00%
Tasa crecimiento ventas Años 3-5	5,00%
Tasa crecimiento costo directo	6,00%
Tasa crecimiento insumos directos	6,00%
Tasa crecimiento mano obra directa	6,00%
Tasa crecimiento costo indirecto	6,00%
Tasa crecimiento gastos generales	6,00%
Tasa impositiva	33,70%

Fuente: Investigación de Campo

Anexo 13 Visita realizada a Cultivo de Piñón



Plantación de Piñón en Valdivia – Santa Elena



Planta de Piñón (*Jatropha Curcas*)



Planta de Piñón (*Jatropha Curcas*)



Fruto de Piñón (*Jatropha Curcas*)

Anexo 14 Visita realizada a Planta de Elaboración de Aceite de Piñón (INIAP)



Planta de Producción de Aceite de Piñón (INIAP-Manabí)



Semilla de Piñón



Extractor de Aceite de Piñón



Colocación de semilla de piñón en extractora de aceite



Vista Lateral de Extractora de Aceite



Procesamiento de la semilla de piñón



Extractor de Aceite de Piñon Marca Reinartz



Vista de la Extractora de Aceite de Piñón



Salida de Subproducto (Torta de Piñón)



Torta de Piñón



Torta siendo ensacada



Tanque para Aceite de Piñón



Mangueras para traslado de aceite



Aceite Sin Filtrar y Aceite Filtrado de Piñón



Tanque con bomba de agua



Tanques de Aceite de Piñón



Bodega de Fruto de Piñón y Materiales



Extintor contra incendios



Elaboradora de Biodiesel a base de piñón

Anexo 15 Visita realizada de Laboratorio de Calidad (INIAP)



Laboratorio de Control de Calidad de INIAP (Manabí)



Proceso de Obtención de Biodiesel de Piñón



Aceite de Piñón



Agente Catalizador



Glicerina o Glicerol



Biodiesel de Piñón

Anexo 16 Tablas de Equivalencias y Factores de Conversión

FACTORES DE CONVERSIÓN ENTRE UNIDADES DE MASA

DE	A	Kilogramo	Tonelada	Tonelada larga	Tonelada corta	Libra
		kg	t	ton (UK)	ton (US)	lb
		Multiplíquese por				
Kilogramo	kg	1,0	0,001	0,000 984	0,001 102	2,204 6
Tonelada	t	1 000,0	1,0	0,984	1,102 3	2 204,6
Tonelada larga	ton (UK)	1 016,05	1,016 047	1,0	1,120	2 240,0
Tonelada corta	ton (US)	907,184 7	0,907 184 7	0,893	1,0	2 000,0
Libra	lb	0,453 592 37	0,000 454	0,000 446	0,000 5	1,0

Nota: Las unidades de las columnas pueden convertirse en las unidades de las filas dividiendo por los factores de conversión del cuadro.

FUENTE: (Naciones Unidas, 1987)

FACTORES DE CONVERSIÓN ENTRE UNIDADES DE VOLÚMENES

DE	A	Galón EEUU	Galón imperial	Barril	Pie cúbico	Litro	Metro cúbico
		gal (US)	gal (UK)	barril (US)	ft ³	L	m ³
		Multiplíquese por					
Galón EEUU	gal (US)	1,0	0,832 674	0,023 81	0,133 7	3,785 412	0,003 8
Galón imperial	gal (UK)	1,200 95	1,0	0,028 59	0,160 5	4,546 092	0,004 5
Barril	barril (US)	42,0	34,972 3	1,0	5,615	158,987 3	0,159
Pie cúbico	ft ³	7,48	6,229	0,178 1	1,0	28,316 85	0,028 3
Litro	L	0,264 2	0,220	0,006 3	0,035 3	1,0	0,001
Metro cúbico	m ³	264,2	220,0	6,289	35,314 7	1 000,0	1,0

Nota: Las unidades de las columnas pueden convertirse en las unidades de las filas dividiendo por los factores de conversión del cuadro.

FUENTE: (Naciones Unidas, 1987)

FACTORES DE CONVERSIÓN ENTRE UNIDADES DE ENERGÍA Y TRABAJO

DE	A	Joule	British Termal Unit	Caloría	Kilowatt hora	Kilogramo fuerza metro
		J	BTU	cal	kW.h	kgf.m
		Multiplíquese por				
Joule	J	1,0	$947,8 \times 10^{-6}$	0,238 84	$277,7 \times 10^{-9}$	0,101 97
British Termal Unit	BTU	$1,055 1 \times 10^3$	1,0	252,0	$2,930 7 \times 10^{-6}$	107,6
Caloría	cal	4,186 8	$3,968 \times 10^{-3}$	1,0	$1,163 \times 10^{-6}$	0,426 9
Kilowatt hora	kW.h	$3,6 \times 10^6$	3 412,0	860×10^3	1,0	$367,1 \times 10^3$
Kilogramo fuerza metro	kgf.m	9,807	$9,295 \times 10^{-3}$	2,342	$2,724 \times 10^{-6}$	1,0
Pie-libra fuerza	ft.lbf	1,355 8	$1,285 \times 10^{-3}$	0,323 8	$376,6 \times 10^{-9}$	0,138 25
Caballo de potencia hora	hp.h	$26,845 \times 10^3$	2 544,43	$641,2 \times 10^3$	0,745 7	$273,7 \times 10^3$
Caballo de vapor hora	cv.h	$26,478 \times 10^3$	2 509,62	$632,4 \times 10^3$	0,735 5	270×10^3

Nota: Las unidades de las columnas pueden convertirse en las unidades de las filas dividiendo por los factores de conversión del cuadro.

FUENTE: (Naciones Unidas, 1987)

FACTORES DE CONVERSIÓN ENTRE UNIDADES DE POTENCIA

DE	A	Pie libra fuerza por segundo	Kilogrametros por segundo	Kilowatt	Caballo de potencia	Caballo de vapor
		ft.lbf/s	kgm/s	kW	hp	cv
Multiplíquese por						
Pie-libra fuerza por segundo	ft.lbf/s	1,0	0,138 3	$1,355 \times 10^{-3}$	$1,818 \times 10^{-3}$	$1,843 \times 10^{-3}$
Kilogrametros por segundo	kgm/s	7,233	1,0	$9,803 \times 10^{-3}$	$13,15 \times 10^{-3}$	$13,33 \times 10^{-3}$
Kilowatt	kW	738,0	102,0	1,0	1,341	1,360
Caballo de potencia	hp	550,0	76,04	0,745 7	1,0	1,014
Caballo de vapor	cv	542,6	75,0	0,735 3	0,986 2	1,0

Nota: Las columnas pueden convertirse en las unidades de las filas dividiendo por los factores de conversión del cuadro.

FUENTE: (Naciones Unidas, 1987)

FACTORES DE CONVERSIÓN PARA COMBUSTIBLES SÓLIDOS

DE TONELADAS	A	Gigajoule	Millones de BTU	Gigacaloría	Megawatt hora	Barril de petróleo	Equiv. en toneladas de carbón	Equiv. en toneladas de petróleo
		GJ		Gcal	MWh			
Multiplíquese por								
Antracita ^{1/}		29,31	27,78	7,00	8,14	4,9	1,000	0,700
Lignito 1/		11,28	10,70	2,70	3,13	2,5	0,385	0,270
Turba		9,53	9,03	2,28	2,65	2,3	0,325	0,228
Esquisto bituminoso		9,20	8,72	2,20	2,56	1,8	0,314	0,220
Briqueta de carbón		29,31	27,78	7,00	8,14	4,9	1,000	0,700
Briqueta de lignito		19,64	18,61	4,69	5,45	3,3	0,670	0,469
Briqueta de turba		14,65	13,89	3,50	4,07	2,5	0,500	0,350
Coque de gas		26,38	25,00	6,30	7,33	4,4	0,900	0,630
Coque de horno		26,38	25,00	6,30	7,33	4,4	0,900	0,630
Coque de lignito		19,64	18,61	4,69	5,45	3,4	0,670	0,469
Coque de petróleo		35,17	33,33	8,40	9,77	5,9	1,200	0,840
Carbón de leña		28,89	27,38	6,90	8,02	4,8	0,985	0,690
Leña		12,60	11,94	3,01	3,50	2,1	0,430	0,301

Nota: - Las unidades de las columnas pueden convertirse en toneladas dividiendo por los factores de conversión del cuadro.

- Todos los valores térmicos corresponden a potencia calorífica neta.

1/ Las potencias caloríficas de la antracita y el lignito pueden variar considerablemente según sea su origen geográfico o geológico, así como con el transcurso del tiempo.

FUENTE: (Naciones Unidas, 1987)

FACTORES DE CONVERSIÓN PARA COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

A DE TONELADAS	Gigajoule	Millones de BTU	Gigacaloría	Megawatt hora	Barril de petróleo	Equiv. en toneladas de carbón	Equiv. en toneladas de petróleo
	GJ		Gcal	MWh			
Multiplíquese por							
Petróleo crudo	42,62	40,39	10,00	11,84	7,32	1,454	1,000
Líquido de gas natural	45,19	42,83	10,79	12,55	10,40	1,542	1,079
Gas de petróleo o refinado							
Licuado	45,55	43,17	10,88	12,65	11,65	1,554	1,088
Propano	45,59	43,21	10,89	12,67	12,34	1,556	1,089
Butano	44,80	42,46	10,70	12,44	10,85	1,529	1,070
Gasolina natural	44,91	42,56	10,73	12,47	10,00	1,532	1,073
Gasolina para motores	43,97	41,67	10,50	12,21	8,50	1,500	1,050
Gasolina de aviación	43,97	41,67	10,50	12,21	8,62	1,500	1,050
Fuel oil para reactores	43,68	41,39	10,43	12,13	8,28	1,490	1,043
Querosene para reactores	43,21	40,95	10,32	12,00	7,77	1,474	1,032
Querosene	43,21	40,95	10,32	12,00	7,77	1,474	1,032
Gas-diesel oil	42,50	40,28	10,15	11,81	7,23	1,450	1,015
Fuel oil residual	41,51	39,34	9,91	11,53	6,62	1,416	0,991
Aceite lubricante	42,14	39,94	10,07	11,70	6,99	1,438	1,007
Bitumen/asfalto	41,80	39,62	9,98	11,61	6,05	1,426	0,998
Coque petróleo	36,40	34,50	8,69	10,11	5,52	1,242	0,869
Parafina	43,33	41,07	10,35	12,03	7,86	1,479	1,035
Condensado plantas	44,32	42,01	10,59	12,31	8,99	1,512	1,059
Aguarrás mineral	43,21	40,95	10,32	12,00	7,77	1,474	1,032
Nafta	44,13	41,83	10,54	12,26	8,74	1,506	1,054
Prod. alimentación	43,94	41,65	10,50	12,20	8,50	1,499	1,050
Otros prod. de petróleo	42,50	40,28	10,15	11,80	6,91	1,450	1,015
Etanol	27,63	26,19	6,60	7,68	4,60	0,94	0,660
Metanol	20,93	19,84	5,00	5,82	3,50	0,71	0,500

Nota: - Las unidades de las columnas pueden convertirse en toneladas dividiendo por los factores de conversión del cuadro.

- Todos los valores térmicos corresponden a potencia calorífica neta.

FUENTE: (Naciones Unidas, 1987)

FACTORES DE CONVERSIÓN PARA COMBUSTIBLES GASEOSOS

A DE 1 000 METROS CÚBICOS	Gigajoule	Millones de BTU	Gigacaloría	Megawatt hora	Barril de petróleo	Equiv. en tonelada de carbón	Equiv. en tonelada de petróleo
	GJ		Gcal	MWh			
	Multiplíquese por						
Gas natural	39,02	36,98	10,84	9,32	6,50	1,331	0,932
Gas de horno coque	17,59	16,67	4,88	4,20	2,94	0,600	0,420
Gas de alto horno	4,00	3,79	1,11	0,96	0,66	0,137	0,096
Gas refinería 1/	46,10	43,70	12,80	11,00	7,69	1,571	1,100
Gas de usina	17,59	16,67	4,88	4,20	2,94	0,600	0,420
Biogás	20,00	19,00	5,60	4,80	3,36	0,686	0,480
Metano	33,50	31,70	9,30	8,00	5,59	1,143	0,800
Etano	59,50	56,30	16,50	14,20	9,92	2,029	1,420
Propano	85,80	81,30	23,80	20,50	14,33	2,929	2,050
Isobutano	108,00	102,00	30,00	25,80	18,00	3,686	2,580
Butano	11,80	106,00	31,00	26,70	18,60	3,814	2,670
Pentano	134,00	127,00	37,20	32,00	22,36	4,571	3,200

Nota: - Las unidades de las columnas pueden convertirse en miles de metros cúbicos dividiendo por los factores de conversión.

1/ Se emplea un factor de 0,023 88 para convertir gas de refinería en terajoule a peso en toneladas.

FUENTE: (Naciones Unidas, 1987)

Anexo 17 Símbolos y Definiciones de Factores de Conversión

Nombres y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión.
pulgada: in	<p>1 in = 25,4 mm (exactamente)</p> <p>A veces se usa las expresiones "mil" o "thou" para designar la milipulgada</p>
pie: ft	<p>1 ft = 12 in</p> <p>1 ft = 0,304 8 m (exactamente)</p> <p>El pie del U.S. Survey, utilizado por el U.S. Coast and Geodetic Survey, se define como:</p> $1 \text{ U.S. Survey ft} = \frac{1200}{3\,937} \text{ m}$ $= 1,000\,002 \times 0,304\,8 \text{ m}$
milla: mile	<p>1 mile = 5 280 ft = 1 760 yd</p> <p>1 mile = 1 609,344 m (exactamente)</p> <p>1 U.S. Survey mile = 1 609,347 m</p> <p>La milla de 5 280 ft se conoce con el nombre de "statute mile"</p>
pulgada cuadrada: in ²	<p>1 in² = 645,16 mm² (exactamente)</p> <p>A veces se usa la expresión "circular mil" para designar una superficie de:</p> $\frac{\pi}{4} \times 10^{-6} \text{ in}^2 = 506,707\,5 \mu\text{m}^2$
pie cuadrado: ft ²	<p>1 ft² = 0,092 903 04 m² (exactamente)</p>
milla cuadrada: mile ²	<p>1 mile² = 2,589 988 km²</p> <p>1 mile² (U.S. Survey) = 2,589 998 km²</p> <p>1 mile² = 640 acres (exactamente)</p>
acre	<p>1 acre = 4 046,856 m²</p> <p>1 acre (U.S. Survey) = 4 046,873 m²</p> <p>1 acre = 4 840 yd² (exactamente)</p>
pulgada cúbica: in ³	<p>1 in³ = 16,387 064 cm³ (exactamente)</p>

Nombres y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión.
pie cúbico: ft ³	1 ft ³ = 28,316 85 dm ³ (exactamente)
galón (UK): gal (UK)	1 gal (UK) = 277,420 in ³ ; 1 gal (UK) = 4,546 092 dm ³ (exactamente) = 1,200 95 gal (US)
pinta (UK): pt (UK)	8 pt (UK) = 1 gal (UK); 1 pt (UK) = 0,568 261 25 dm ³ (exactamente) = 1,200 95 liq pt (US)
onza de fluido (UK): fl oz (UK)	160 fl oz (UK) = 1 gal (UK); 1 fl oz (UK) = 28,413 06 cm ³ = 0,960 760 fl oz (US)
pinta de líquido: liq pt (US)	8 liq pt (US) = 1 gal (US); 1 liq pt (US) = 0,473 176 5 dm ³ = 0,832 674 pt (UK)
onza de fluido (US): fl oz (US)	128 fl oz (US) = 1 gal (US); 1 fl oz (US) = 29,573 53 cm ³ = 1,040 84 fl oz (UK)
barril (US) etróleo, etc.	1 barril (US) = 9 702 in ³ ; 1 barril (US) petróleo para p = 158,987 3 dm ³ = 34,972 3 gal (UK) = 42 gal (US)
pinta de áridos (US): dry pt (US)	64 dry pt (US) = 1 bu (US); 1 dry pt (US) = 0,550 610 5 dm ³ = 0,968 939 bushel (UK)
barril de áridos (US): bbl (US)	1 bbl (US) = 7 056 in ³ ; bbl (US) = 115,627 1 dm ³ (áridos) (áridos)
libra: lb	1 lb = 0,453 592 37 kg (exactamente)
gramo: gr	1gr = $\frac{1}{7\,000}$ lb = 64, 798 91 mg (exactamente)

Nombres y símbolo de la unidad	Definición y factores de conversión
onza: oz	$1 \text{ oz} = \frac{1}{16} \text{ lb}$ $= 437,5 \text{ gr (exactamente)}$ $= 28,349 52 \text{ g}$
hundred weight: cwt	$1 \text{ cwt (UK)} = 1 \text{ cwt largo (US)} = 112 \text{ lb (exactamente)}$ $= 50,802 35 \text{ kg}$ $1 \text{ cwt (US)} = 100 \text{ lb (exactamente)}$ $= 45,359 237 \text{ kg (exactamente)}$
tonelada: ton	$1 \text{ ton (UK)} = 1 \text{ ton larga (US)} = 2 240 \text{ lb (exactamente)}$ $= 1 016,05 \text{ kg} = 1,016 047 \text{ t}$ $1 \text{ ton (US)} = 2 000 \text{ lb (exactamente)}$ $= 907,184 7 \text{ kg} =$ $0,907 184 7 \text{ t}$
onza troy	$1 \text{ onza troy} = 480 \text{ gr (exactamente)} = 31,103 476 8 \text{ g (exactamente)}$
quilate métrico	$1 \text{ quilate métrico} = 100 \text{ mg (exactamente)}$



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

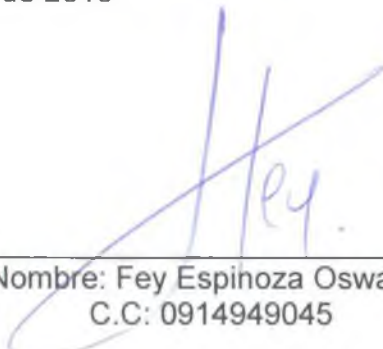
Yo, Fey Espinoza Oswaldo, con C.C: # 0914949045 autor(a) del trabajo de titulación: *PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIOCOMBUSTIBLE A BASE DE PIÑÓN (JATROPHA CURCAS) EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, PARA EL ABASTECIMIENTO EN EL MERCADO INTERNO Y EXTERNO* previo a la obtención del grado de MAGISTER EN FINANZAS Y ECONOMIA EMPRESARIAL en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 29 de febrero de 2016

f.


Nombre: Fey Espinoza Oswaldo
C.C: 0914949045

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BIOCOMBUSTIBLE A BASE DE PIÑÓN (JATROPHA CURCAS) EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, PARA EL ABASTECIMIENTO EN EL MERCADO INTERNO Y EXTERNO		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Fey Espinoza, Oswaldo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Maldonado Karpov, Andrey / Paredes Reyes, Gonzalo / Castillo Nazareno, Uriel		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Maestría en Finanzas y Economía Empresarial		
GRADO OBTENIDO:	Magister en Finanzas y Economía Empresarial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	29 de febrero de 2016	No. DE PÁGINAS:	204
ÁREAS TEMÁTICAS:	Finanzas, Economía		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Piñón, Jatropha Curcas, Biocombustible, Biodiesel		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de investigación empieza describiendo la situación actual existente en el Ecuador respecto de la instalación de una planta productora de biocombustible a base de aceite de piñón (Jatropha Curcas); plantea los objetivos de la investigación y la metodología para alcanzarlos.</p> <p>Luego exhibe un marco teórico, conceptual y legal dentro del que se desenvuelve todo el tema a tratar.</p> <p>A continuación, el proceso de producción de los biocombustibles, las materias primas para la elaboración del biodiesel, los requerimientos en cuanto a las características de la maquinaria y capacidad de producción de la planta.</p> <p>El estudio de mercado, tanto para evaluar las alternativas en el mercado interno como externo, que nos permitirán conocer las preferencias y oportunidades del sector. Aquí mostramos los resultados de las encuestas realizadas y el análisis respectivo, que nos permitirán conocer la potencial demanda existente en el sector.</p> <p>El estudio financiero permitirá conocer la viabilidad de la implementación de la propuesta del trabajo de investigación. Evaluando diferentes escenarios como la situación actual, seguido de un escenario optimista y otro pesimista para conocer cómo se comportarían las variables en distintas circunstancias a lo largo del tiempo.</p> <p>Finalmente, mostramos las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación, y los anexos respectivos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-6013191 / 0999402948	E-mail: oswafe@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Alcívar Avilés, María Teresa		
	Teléfono: +593-4-2206950 ext. 5068		
	E-mail: maria.alcivar10@cu.ucsg.edu.ec		

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	