

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE *Jatropha curcas* PARA LA
ELABORACIÓN DE BIODIÉSEL EN GUATEMALA
TESIS DE GRADO

RAISA PAMELA LAU CALDERON
CARNET 10341-11

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JULIO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE *Jatropha curcas* PARA LA
ELABORACIÓN DE BIODIÉSEL EN GUATEMALA

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

RAISA PAMELA LAU CALDERON

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JULIO DE 2017

CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. RAÚL ESTUARDO MAAS IBARRA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA
MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN

Guatemala, 10 de junio de 2017

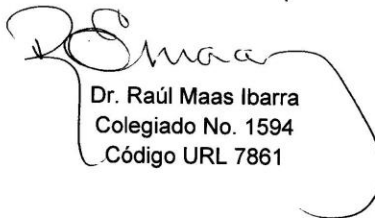
Honorable Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación de la estudiante Raisa Pamela Lau Calderón, carné 1034 -11, titulado: "**Caracterización de un sistema de producción de *Jatropha curcas* para la elaboración de biodiesel en Guatemala**".

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Dr. Raúl Maas Ibarra
Colegiado No. 1594
Código URL 7861

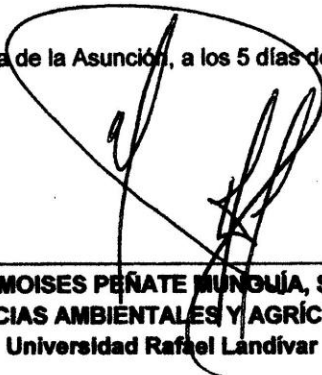
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante RAISA PAMELA LAU CALDERON, Carnet 10341-11 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0692-2017 de fecha 22 de junio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE *Jatropha curcas* PARA LA ELABORACIÓN DE BIODIÉSEL EN GUATEMALA

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AMBIENTAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de julio del año 2017.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**

AGRADECIMIENTOS

A:

Biocombustibles de Guatemala, S.A.:

Por haberme dado la oportunidad de realizar esta investigación y a su personal por todo su apoyo y enseñanzas.

Ing. Luis Montes

Por creer y confiar en mí para desarrollar esta investigación, compartiendo conmigo conocimiento, tiempo y apoyo.

Mi asesor:

MGTR Raúl Maas, por su acompañamiento en la elaboración de la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios y la Virgen María:

Por ser el centro y pilar de mi vida, por siempre cuidarme, guiarme e iluminarme. Haciendo posible la culminación de esta etapa de mi vida.

Mis padres

Jorge y Silvia, por ser las personas más importantes en mi vida. Gracias por brindarme todo su amor y apoyo incondicional durante todos estos años. Por siempre alentarme a seguir adelante y cumplir cada uno de mis sueños. Es por ello que hoy les hago entrega de este logro que sin ustedes no habría podido cumplir.

A mi hermana

Katia, por estar conmigo apoyándome siempre y nunca dejar que me rinda.

A mis abuelitos

Yoyo y Mamá Edi, por acompañarme en los buenos y malos momentos y por su infinita comprensión. Por el apoyo ayudándome a que esta meta se cumpliera y por enseñarme diferentes maneras de ver la vida siempre buscando mi felicidad.

Abuelito Miguel Ángel y abuelita Letty por los sabios consejos durante toda mi vida y siempre ser una guía para mí.

A mi familia

Tíos, tías y primos que siempre han estado a mi lado ayudándome a cumplir mis metas.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Sistema.....	3
2.1.1 Estructura del sistema	4
2.1.2 Función de un sistema.....	4
2.1.3 Visión sistemática del desarrollo.....	5
2.2 Caracterización de los sistemas	6
2.3 Biodiésel.....	7
2.3.1 Transesterificación.....	8
2.4 Piñon	10
2.4.1 Descripción de la planta.....	10
2.4.2 Obtención de aceite	12
2.4.2.1 Proceso de prensado y extracción de aceite	14
2.4.2.2 Proceso de filtrado.....	15
2.5 Antecedentes	16
2.5.1 Cultivo de <i>Jatropha curcas</i> para la elaboración de biodiésel	16
2.5.2 Contaminación por smog en Guatemala.....	18
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo	20
IV. OBJETIVOS.....	22
4.1 Objetivo general	22
4.2 Objetivos específicos.....	22
V. METODOLOGÍA	23
5.1 Ambiente	23
5.2 Sujeto y/o unidades de análisis	24
5.3 Tipo de investigación.....	24
5.4 Instrumento	25
5.5 Procedimiento	30
5.5.1 Consulta documentada	30
5.5.2 Fase de campo	34
5.6 Análisis de la información.....	36
5.6.1 Ambiental	36
5.6.2 Económico	36

5.6.3	Institucional.....	36
5.6.4	Social.....	36
5.6.5	Integración de la información.....	37
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
6.1	Ambiental.....	39
6.1.1	Sistema hídrico.....	42
6.1.2	Factores bióticos.....	44
6.1.3	Sistema edáfico.....	46
6.1.4	Sistema atmosférico.....	48
6.2	Social.....	51
6.2.1	Percepción Ciudad de Guatemala.....	51
6.2.1.1	Conocimiento y uso del biodiésel.....	51
6.2.1.2	Modificaciones a vehículos.....	53
6.2.2	Percepción Comunidad El Jobito.....	58
6.2.2.1	Mejora en la calidad de vida.....	58
6.2.2.2	Generación de empleo y educación.....	61
6.2.3	Socialización del producto.....	62
6.3	Institucional.....	64
6.3.1	Entrevista a las instituciones.....	64
6.3.2	Normas y legislación Nacional.....	65
6.3.3	Normas y legislaciones Internacionales.....	71
6.3.4	Necesidad de generación de normas y leyes en Guatemala.....	72
6.4	Económico.....	74
6.4.1	Costos de producción.....	74
6.4.2	Precio de venta y comparación con precios de combustibles fósiles.....	77
6.4.3	Incentivos, certificaciones y beneficios económicos.....	79
6.5	Análisis del sistema.....	83
6.5.1	Institucional y sus interacciones.....	84
6.5.2	Social y sus interacciones.....	84
6.5.3	Económico y sus interacciones.....	85
6.5.4	Natural y sus interacciones.....	86
VII.	CONCLUSIONES.....	88
VIII.	RECOMENDACIONES.....	90

IX. BIBLIOGRAFÍA	92
X. ANEXOS	95
Anexo 1. Metodología, instrumentos y fases para cumplir objetivos.....	95
Anexo 2. Entrevista para MARN, MEM y MAGA.....	96
Anexo 3. Entrevistas para realizar a comunidad El Jobito.....	97
Anexo 4. Entrevistas para realizar a Ciudad de Guatemala.....	97
Anexo 5. Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto (DABI).....	98
Anexo 6. Plan de Gestión Ambiental (PGA).....	116
6.1 Información general.....	116
6.2 Descripción del proyecto.....	116
6.3 Identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales.....	123
6.4 Evaluación de impactos y síntesis.....	128
6.5 Valoración de impactos ambientales identificados.....	129
6.6 Identificación de normas y legislación a cumplir.....	130
6.7 Determinación de los criterios de desempeño ambiental.....	144
Anexo 7. Entrevistas a instituciones.....	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Marco de interacción de un sistema sostenible.....	6
Figura 2. Componentes de la estructura de la planta de <i>Jatropha curcas</i>	12
Figura 3. Prensa mecánica de tornillo y sus partes.....	15
Figura 4. Proceso de extracción de aceite proveniente de <i>Jatropha curcas</i>	16
Figura 5. Localización Finca “San Francisco Las Canoas” y comunidad El Jobito.....	23
Figura 6. Rango de edad en la Ciudad de Guatemala.....	27
Figura 7. Género en la Ciudad de Guatemala.....	28
Figura 8. Rango de edad en comunidad El Jobito.....	28
Figura 9. Género en la comunidad El Jobito.....	29
Figura 10. Cultivo de <i>Jatropha curcas</i> en la finca “San Francisco Las Canoas”.....	38
Figura 11. Especies vacunas coexistiendo con <i>Jatropha curcas</i> en finca “San Francisco Las Canoas”.....	45
Figura 12. Extrusora de semillas de <i>Jatropha curcas</i>	50
Figura 13. Predisposición hacia el uso de biocombustibles.....	52
Figura 14. Nivel de confianza.....	52
Figura 15. Predisposición a realizar modificaciones al motor para usar biodiésel.....	53
Figura 16. Predisposición a invertir en modificación a vehículos.....	56
Figura 17. Camino de acceso a la comunidad El Jobito y finca “San Francisco Las Canoas”.....	58
Figura 18. Percepción de beneficio si se fomenta la producción de <i>Jatropha curcas</i>	59
Figura 19. Mejora en la calidad de vida de las personas.....	60
Figura 20. Generación de empleo	61
Figura 21. Generación de educación y capacitación poblacional.....	62
Figura 22. Semafización del sistema.....	83
Figura 23. Semillas de <i>Jatropha curcas</i> cosechadas en finca “San Francisco Las Canoas”.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cálculo de tamaño de muestra para la elaboración de entrevistas en ciudad de Guatemala.....	33
Cuadro 2. Cálculo de tamaño de muestra para la elaboración de entrevistas en comunidad El Jobito.....	33
Cuadro 3. Lista de chequeo para identificar impactos ambientales.....	40
Cuadro 4. Matriz de Leopold.....	41
Cuadro 5. Parque vehicular en Guatemala.....	54
Cuadro 6. Parque vehicular por Departamento.....	57
Cuadro 7. Costo de producción de <i>Jatropha curcas</i>	74
Cuadro 8. Metodología, instrumentos y fases para cumplir objetivos.....	95
Cuadro 9. Entrevista para MARN, MEM y MAGA.....	96
Cuadro 10. Entrevistas para realizar a comunidad El Jobito.....	97
Cuadro 11. Entrevistas para realizar a Ciudad de Guatemala.....	97

CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE *JATROPHA CURCAS* PARA LA ELABORACIÓN DE BIODIÉSEL EN GUATEMALA

RESUMEN

La necesidad de construir un sistema de vida más independiente de los recursos naturales no renovables obliga a la sociedad a generar tecnologías sustituyentes del uso de petróleo, que además de ser renovables generen menos impactos nocivos para el ambiente, por ello los biocombustibles son una alternativa. En esta investigación se evalúan los aspectos sociales, institucionales, económicos y ambientales influyentes en el proceso de generación de biodiesel proveniente de *Jatropha curcas*, planta originaria de Mesoamérica, que produce un aceite altamente energético concentrado en el interior de sus semillas. Se tomó como referencia el proyecto ubicado en finca “San Francisco Las Canoas”, Santa Rosa, Guatemala; se logró determinar que el biodiésel de *Jatropha curcas* presenta factibilidad como medida ambiental, ya que no genera mayores impactos al ambiente tanto en el cultivo como en su uso en vehículos. En cuanto al tema institucional, no existen normativas que regulen la generación y uso de biodiésel lo que provoca limitante para la formulación de estos proyectos. Económicamente, en este momento, no es un proyecto rentable debido que los altos costos de producción no pueden competir con los precios del diésel derivado del petróleo. En el aspecto social se demostró que la población de la ciudad de Guatemala, utilizaría biodiesel si su costo fuera menor al diésel proveniente de petróleo. Mediante las encuestas realizadas en la comunidad “El Jobito”, la población indicó conoce el proyecto, considerando que puede mejorar su calidad de vida, ya que generaría empleos en la zona.

CHARACTERIZATION OF THE *JATROPHA CURCAS* PRODUCTION SYSTEM FOR THE BIODIESEL ELABORATION IN GUATEMALA

SUMMARY

The need to build a life system more independent of nonrenewable natural resources forces society to generate oil substitute technologies, which besides being renewable generate less harmful impacts to the environment, that is why biofuels become an alternative. This investigation assesses the social, institutional, economic, and environmental influential aspects in the process of biofuel generation from *Jatropha curcas*, native plant of Mesoamerica, which produces a highly energetic oil concentrated in the interior of its seeds. The project located in the estate "San Francisco Las Canoas", Santa Rosa, Guatemala, was taken as a reference; it was determined that biofuel from *Jatropha curcas* presented feasibility as an environmental measure, since it does not generate greater impacts to the environment in the crops as in its use in transportation. Regarding the institutional subject, there is no regulation on generation and use of biofuel, which is a limitation on the formulation of these projects. Economically, at this point, this is not a profitable project because the high production costs cannot compete with diesel prices derived from oil. In the social aspect it was proven that Guatemalan population would use biofuel if its cost were lower than diesel derived from oil. Through surveys conducted in "El Jobito" community, the population indicated that they know the project, considering it can improve their quality of life, because it would generate more jobs in the area.

I. INTRODUCCIÓN

La intensa explotación de los recursos fósiles para generación de combustibles que utilizan la mayoría de las máquinas, automóviles, etc., se encuentran en función de los derivados del petróleo. Es por esto que hoy en día se deben desarrollar nuevas tecnologías para la obtención de energías renovables que sean capaces de sustituir al petróleo, como por ejemplo, la utilización de biocombustibles.

En ese sentido, es de suma importancia que se efectúen análisis sobre sistemas sostenibles, económicamente rentables con beneficio social y con el menor efecto negativo para el medio ambiente, promoviendo por consiguiente una transformación de la matriz energética, que permita sustituir el uso de productos derivados del petróleo por combustibles provenientes de recursos renovables.

Como resultado de lo antes expuesto, surge el tema de los generadores de energía denominados biocombustibles. Derivado de los altos costos de los productos provenientes del petróleo y de su alto nivel contaminante, es el momento de la utilización de fuentes energéticas que puedan ser consideradas renovables, desplazando a aquellas que han sido las preponderantes como lo son los combustibles fósiles, los cuales son altamente contaminantes y su cantidad disponible es limitada. Lo anterior ha presionado para que se invierta en la investigación y se ponga en la mesa el tema de los biocombustibles.

Según Castells (2012), los biocombustibles son todos aquellos productos de origen vegetal o animal que se utilizan con fines energéticos, para la producción de algún tipo de servicio que requiere de energía. Por lo anterior es grande la necesidad de producir combustibles que suplanten a los combustibles derivados de petróleo y así mantener los actuales sistemas de vida del planeta. En este marco destaca que cuando se habla de biocombustibles se hace referencia solo a dos tipos: el bioetanol y el biodiésel.

El presente trabajo, destaca el desarrollo específicamente del biodiésel el cual se produce a partir de un proceso químico, la transesterificación, que se realiza sobre los aceites vegetales. De esta manera, primero se produce el aceite y luego, con un proceso industrial en el que se usan alcoholes como metanol o etanol, se obtiene un valioso combustible que genera como subproducto glicerina. Claro es que las materias primas utilizadas son aquellas que tengan un buen rendimiento de producción de aceite. En este sentido, se puede encontrar entre las materias primas empleadas a la soja, girasol, ricino, la palma africana y especialmente el piñon (*Jatropha curcas*), que es la base del presente estudio. El combustible obtenido se puede usar puro o mezclado con gasoil en diferentes proporciones, en cualquier motor diésel (FAO, 2008).

En el siguiente trabajo se desarrolla un estudio sistemático de la producción de *Jatropha curcas* con la finalidad de la obtención de biodiésel, evaluando los componentes: social, natural, económico e institucional y de esta manera demostrar que la extracción de aceite de esta planta puede ser una solución viable para la elaboración de un biocombustible. En síntesis, la *Jatropha curcas* por ser una especie que se encuentra de manera natural en Guatemala, puede ser una solución factible, la cual también cumple con beneficios ambientales principalmente como recuperadora de suelos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA

Según Hart (1985), se define el concepto de sistema como un arreglo de componentes físicos; un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que se forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo. Si la unidad formada por los componentes funciona sin tener interacción con otros componentes del ambiente que rodea la unidad, el sistema se define como cerrado. Los sistemas abiertos tienen interacción con el ambiente que los rodea. Cabe mencionar que los sistemas que se presentan comúnmente son de este tipo. Existen ciertos elementos que todos los sistemas deben de poseer, entre ellos se encuentran:

- Componentes: considerado como la materia prima, ya que son elementos básicos de conformación del sistema. Es importante destacar que un componente en individual puede ejercer gran presión sobre un sistema.
- Interacción entre componentes: factor que proporciona las características de estructura a la unidad. La interacción entre los componentes es lo que genera una estructura.
- Entradas y salidas: son los flujos que entran y salen de una unidad. Por ello es que este proceso da función a una unidad.
- Límites: para poder determinar los límites existentes en un sistema se debe de tomar en cuenta la interacción entre los componentes y el nivel de control sobre las entradas y salidas (Hart, 1985).

Es de vital importancia tener en consideración que no todos los componentes van a tener una interacción directa, sino que algunos pueden establecer una interacción indirecta. Hart (1985) establece que, cuando un flujo sale de un componente y entra a un conjunto de componentes y el conjunto no tiene control sobre la entrada del flujo, se puede asumir que es una entrada al sistema, existiendo un límite entre la unidad que produce el flujo de salida y la unidad que lo recibe, la entrada.

2.1.1 Estructura del sistema

La estructura de un sistema depende de las características relacionadas con el componente, por ello se deben de mencionar:

- Número de componentes: se describe como la cantidad de elementos básicos que interactúan entre sí para generar un sistema.
- Tipo de componente: se debe destacar que las características que posee un componente individual puede llegar a tener gran influencia en el comportamiento y estructura del sistema.
- Interacción entre componentes: la relación entre los componentes puede ser de tres tipos: la primera es de cadena directa, en la cual la salida de un componente significa la entrada a otro sistema; existe el tipo de cadena cíclica la cual se caracteriza por tener retro alimentación, y por último de tipo competitivo la cual se diferencia en que dos componentes compiten por la entrada a un mismo sistema. Un sistema puede contar con un solo un tipo de interacción o incluso con los tres (Hart, 1985).

2.1.2 Función de un sistema

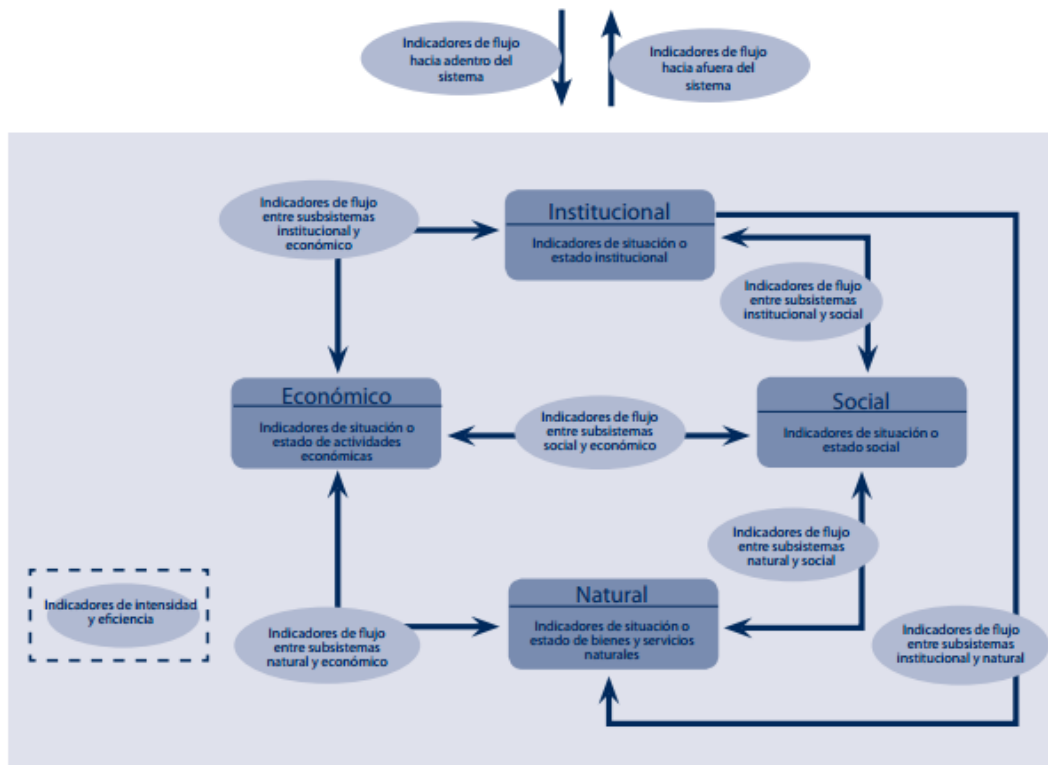
La función de un sistema relaciona directamente el proceso de recibir entradas y producir salidas, para ello es necesario evaluar ciertos criterios los cuales caracterizan el proceso de un sistema (Hart, 1985).

- Productividad: se mide principalmente por las salidas que tiene el sistema, la producción bruta de un sistema es la medida de la salida del sistema mientras que la producción neta es la cantidad de salidas las cuales se restan con las entradas.
- Eficiencia: la eficiencia se calcula mediante la división de la salida dentro de la entrada. Esta es una medida que toma en cuenta la cantidad de entradas y salidas que suceden en el sistema.
- Variabilidad: probabilidad en la cantidad de salidas. Es importante destacar que estas características son el resultado de la estructura del sistema (Hart, 1985).

2.1.3 Visión sistemática del desarrollo

Es de vital importancia promover un equilibrio entre los componentes económico, natural, social e institucional, ya que entre todos estos componentes existe un flujo el cual determina las condiciones propias del sistema. El subsistema social tiene como prioridad la mejora de calidad de vida de los seres humanos mediante la ayuda de la variable de aspectos demográficos. En cuanto al subsistema económico, éste estudia la producción y consumo de bienes y servicios, como también el estado general de la economía. El subsistema institucional es el único componente con el cual se pueden revertir tendencias degradantes y dirigir procesos de desarrollo, debido a que lo integran instituciones formales e informales, como también leyes, políticas y regulaciones. En cuanto al subsistema natural, incluye los bienes y servicios naturales, los procesos ecológicos y la biodiversidad. Mediante el uso de una perspectiva sistémica se pueden identificar atributos básicos que son necesarios para la sostenibilidad del sistema, contribuyendo a que exista un equilibrio entre los componentes y permitiendo una interacción entre ellos (IARNA, 2012).

La figura 1 muestra la interacción de los componentes de un sistema, y como todos ellos generan un flujo entre sí, encontrándose de esta manera interrelacionados.



Fuente: Gallopín, 2006.

Figura 1. Marco de interacción de un sistema sostenible (Gallopín, 2006).

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS

La caracterización de los sistemas es de vital importancia su análisis ya que permite la identificación de los problemas o limitantes que un sistema de producción puede generar y con ello poder realizar propuestas para mejorar la productividad. Como concepto la caracterización del sistema de producción tiene como fundamento conocer los componentes que conforman un sistema y su magnitud, evaluando los términos cuantitativos y cualitativos (Urizar, 1988).

Durante el procedimiento de caracterización se debe tener claro que el sistema es un arreglo de componentes relacionados entre sí, lo que genera como resultado una interacción como un todo.

Tanto la interacción como la utilización de los distintos componentes son los que le dan carácter a un sistema. Por ello se debe de identificar como principal objetivo de la caracterización reconocer las capacidades e influencias que cada componente desarrolla en el sistema (Urizar, 1988). La importancia de caracterizar un sistema de producción reside en tener un estimado de la probabilidad y limitaciones que se pueden llegar tener de la ejecución del sistema dando como resultado la identificación de los principales factores limitantes y la magnitud de ellos (Urizar, 1988).

2.3 BIODIÉSEL

Según Castells (2012), se define a los biocarburantes o biocombustibles como el conjunto de combustibles líquidos elaborados a partir de materia vegetal y que pueden sustituir a los combustibles convencionales en motores de combustión. Benjumea (2009) describe que los aceites y grasas constituyen las materias primas esenciales para la producción de biodiésel.

Los biocombustibles pueden ser de dos tipos dependiendo su materia prima. Se encuentran los de primera generación que se obtienen a partir de los cultivos alimentarios, como el maíz. Esta rama también incluye al bioetanol a base de caña de azúcar, almidón y el biogasóleo a base de semillas oleaginosas. Por su parte los biocombustibles de segunda generación se derivan de productos agrícolas y forestales provenientes de cultivos alimentarios haciendo uso de la lignina, celulosa y hemicelulosa. Cabe mencionar que, en los últimos años, los biocombustibles de primera generación han tenido mayor auge debido a que tienen precios de producción más bajos y han alcanzado fases de desarrollo más avanzadas (FAO, 2008).

El término biodiésel se refiere a un éster metílico producido a partir de un aceite vegetal o animal de calidad similar al gasóleo. Corresponde a un combustible renovable, derivado de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, obtenidos a través de un proceso industrial conocido como transesterificación del aceite animal o vegetal. Uno de los principales aceites usados para la elaboración de biodiésel a mencionar es el proveniente de la *Jatropha curcas* (IICA, 2010).

Las principales características que se deben mencionar sobre un biodiésel es que es una fuente de energía limpia, renovable, de calidad y económicamente viable, representando una alternativa a los combustibles fósiles. También cabe mencionar que es un combustible biodegradable, cuyo uso disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero y óxidos de azufre. Otra característica es que tiene un alto potencial para ser producido por aceites no comestibles. El contenido energético del biodiésel es de 90% en relación con el del diésel proveniente del petróleo (IICA, 2010).

2.3.1 Transesterificación

La transesterificación es un proceso de conversión bioquímica, siendo su materia prima los aceites vegetales. Se puede dar por catálisis alcalina, catálisis ácida, catálisis de lipasas y alcoholes en condiciones supercríticas. En resumen, el proceso de transesterificación consiste en intercambiar el grupo alcoxi de un éster por otro alcohol para que luego la reacción se catalice con la adición de un ácido o una base (Castells, 2012).

Según ARPEL e IICA (2009), se establece que esta reacción se genera entre un triglicérido contenido en la grasa animal o aceite vegetal y un alcohol ligero que puede ser metanol o etanol, dando como producto glicerina y ésteres derivados de los tres ácidos grasos de partida, siendo esto el biodiésel.

Previo al proceso de transesterificación es necesario que el aceite bruto sea sometido a procesos de desgomado, filtración, neutralización y secado, dando esto como resultado un aceite refinado el cual no contiene sólidos en suspensión y con una cantidad menor al 1% de acidez como también con una humedad menor al 0.05%, lo cual establece que el aceite es apto para el proceso de transesterificación en biodiésel. Una vez teniendo el aceite refinado, éste se le hace reaccionar con un alcohol monovalente, metanol, en presencia de un catalizador básico, que cumpla con condiciones de presión y temperatura menos exigentes (ARPEL & IICA, 2009).

El rendimiento másico de la reacción se estima que sea aproximadamente igual a uno, lo que determina que se obtiene la misma masa de biodiésel que la cantidad de aceite inicial. Por otro lado, la estequiometría entre el alcohol y glicerina es similar en términos másicos, requiriéndose en principio una cantidad de alcohol igual al 10% del aceite (ARPEL & IICA, 2009).

La reacción de transesterificación se efectúa entre los triglicéridos del aceite y un exceso de metanol que generalmente se encuentra en presencia de un catalizador básico, entre los que se pueden mencionar hidróxido de sodio o metilato de sodio; este proceso se realiza a una temperatura entre 40°C a 110°C. Durante la reacción de transesterificación se producen jabones, como producto de reacciones secundarias, los cuales son considerados productos indeseables ya que pueden llegar a contaminar los ésteres por lo cual se hacen necesarias etapas posteriores de purificación, buscado que no se disminuya el rendimiento de la reacción.

Para la fabricación de biodiésel se cuenta con una etapa de separación de las fases éster y glicerina. Debido a que al término de la reacción de transesterificación se generan varios subproductos, éstos deben separarse de los ésteres metílicos, biodiésel; de ello la importancia de la purificación de los ésteres.

En este proceso se separa y recupera el exceso del alcohol introducido para mejorar el rendimiento, en esta etapa se busca el lavado de ácidos grasos libres y los mono, di y triglicéridos que no se esterificaron, como también la fase glicerina se purifica para obtener un producto que se pueda comercializar (ARPEL & IICA, 2009).

2.4 PIÑON

2.4.1 Descripción de la planta

Jatropha curcas, también conocida como piñón, es una planta originaria de Mesoamérica. El aceite que se obtiene de los frutos es altamente tóxico para consumo humano, debido a que su semilla contiene curcina y alcaloides conocidos como ésteres de forbol que provocan un efecto purgante, por lo que se utiliza como un aceite vegetal dedicado a la generación de biocombustibles (Biocombustibles de Guatemala, S.A, 2014).

Es una planta perenne que alcanza su madurez fisiológica entre el quinto y sexto año de vida, y se estima que tiene una vida productiva entre 40 a 50 años. Cabe mencionar que es una planta clasificada como de crecimiento rápido, ya que en poco tiempo puede llegar a mediar de 4 a 6 metros y si no se poda incluso hasta 8 metros. Su tronco tiene un grosor aproximado de 20 cm (Oyuela, 2012).

Jatropha curcas puede producir varias cosechas durante el año si factores como la humedad de la tierra es buena y si la temperatura es lo suficientemente alta, se necesitan de 90 días para el desarrollo completo del fruto contabilizando desde la floración hasta la maduración de la semilla. Se adapta a casi todo tipo de suelo permitiendo que se logre cultivar en condiciones agroecológicas adversas. *Jatropha curcas* es una planta silvestre que puede sobrevivir con precipitaciones de tan solo 250 mm por año, cabe mencionar que sus mejores rendimientos se obtienen con precipitaciones de 800 a 1200 mm al año (Oyuela, 2012).

Las especies de *Jatropha* se reproducen principalmente por polinización cruzada lo cual produce un alto grado de variación, o que le ha permitido a *Jatropha* adaptarse a un vasto rango de condiciones edáficas y ecológicas (Rao, 2008).

En un inicio, la principal utilidad del piñón era con la finalidad de construcción de cercas vivas para potreros o cultivos agrícolas, pero en cuanto al tema ambiental se ha sembrado con la finalidad de controlar la erosión de los suelos y permitiendo que estos se recuperen para no llegar al punto de una desertización. También se ha utilizado para la producción de abonos orgánicos e incluso medicinales (Oyuela, 2012).

Los tallos crecen con discontinuidad morfológica. La corteza es de color verde amarillenta y casi lisa. La importancia de las ramas es que se obtienen estacas para la reproducción asexual, el tallo posee un látex que contiene jatrophine el cual puede ser utilizado como un bioinsecticida, cabe mencionar que la madera extraída no tiene características para ser un buen combustible (Oyuela, 2012).

En la figura 2 se presentan los principales componentes de la estructura de la planta de *Jatropha curcas*, como se puede observar las hojas en su mayoría se forman con 3 a 7 lóbulos acuminados y con peciolo largos de 10 a 15 cm. El haz de la hoja se caracteriza por tener un color verde y el envés es verde claro con pelillos finos. En cuanto a la raíz, generalmente se forman cinco raíces, siendo una central y cuatro periféricas, contribuyendo a nivel suelo al control de la erosión y mejora la captación y retención de aguas de lluvia.

El fruto es una cápsula drupácea y ovoide, formando una fruta trilocular de forma elipsoidal; en el punto de maduración puede llegar a tener un color café oscuro o negro y las cápsulas de los frutos pueden medir entre 2.5 a 4 cm de largo y 2 cm de ancho.

En cuanto a la pulpa del fruto, combinada con la torta que se obtiene en el proceso de extracción de aceite sirve para la generación de vapor o energía, la pulpa por su parte posee más de 4500 kilocalorías/kilogramo (Oyuela, 2012).

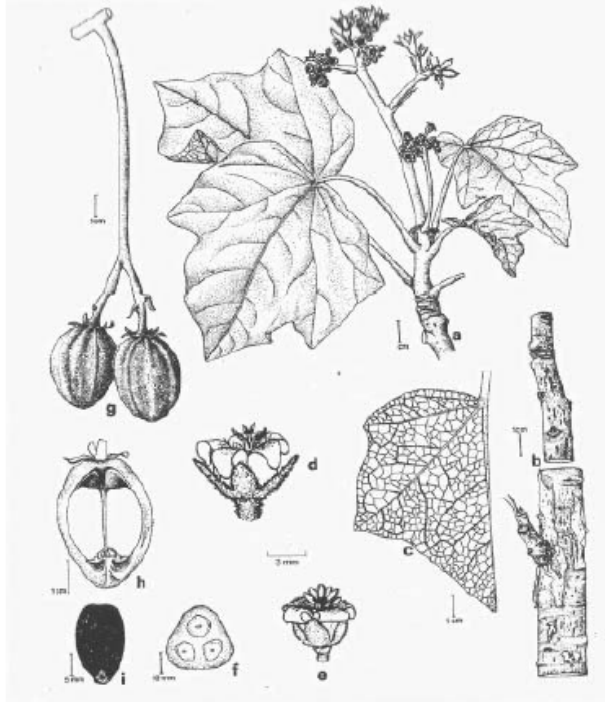


Fig. 1. Partes importantes de *J. curcas*: a) ramas florecidas; b) corteza; c) venas de la hoja; d) flores con pistilos; e) flor con estambres; f) corte transversal de un fruto inmaduro; g) frutos; h) corte longitudinal de un fruto; i) semilla.

Figura 2. Componentes de la estructura de la planta de *Jatropha curcas* (Toral, 2008).

2.4.2 Obtención de aceite

El aceite extraído de la semilla de *Jatropha curcas* se caracteriza por ser una fuente de energía renovable no convencional, dando como resultado ser ambientalmente factible provocando ser un excelente sustituto del diésel, kerosén y otros combustibles fósiles; es de vital importancia destacar que el proceso de extracción de aceite genera aproximadamente 67% de torta en relación con el peso total de la semilla prensada. La torta de la semilla del piñón se puede utilizar para la producción de biogás y abonos orgánicos (Oyuela, 2012).

Según Oyuela, 2012, establece como principal beneficio del cultivo del piñón la contribución de este a la diversificación de la matriz energética a través de la utilización del aceite como biocombustible en automotores, en motores de combustión interna en procesos industriales y en lámparas.

El biodiésel puede mezclarse con diésel proveniente de petróleo, esto se puede realizar en distintas concentraciones según como se desee. Se utilizan notaciones abreviadas según el porcentaje por volumen de biodiésel en la mezcla: B100 en caso de utilizar sólo biodiésel, u otras notaciones como B2, B5, B10 o incluso B50 donde la numeración indica el porcentaje por volumen de biodiésel en la mezcla (Orellana, 2011).

El contenido de aceite en la semilla es de 28%-39%. Debido a que existe variabilidad del rendimiento del cultivo en el tiempo y en diversos ambientes, ya que aún no existen métodos estandarizados del cultivo en el mundo, las estimaciones sobre los rendimientos son muy diversas (IICA, 2009). Por lo que ARPEL junto con IICA en el Manual de Biocombustibles, establece un estimado de rendimiento agrícola de 1,5-7,8 tn/ha con un contenido de aceite de semilla de 35% y teniendo un 75% de eficiencia de extracción, dando como resultado una densidad de aceite de 0.93 kg/l. El valor energético de las semillas de *Jatropha curcas* es de 13.647 kcal g⁻¹ (Banerji, 1985).

El contenido de ácidos grasos en la semilla será de vital importancia durante el proceso de producción y extracción del aceite. Se debe de conocer que existen ciertas medidas en el proceso de extracción de aceite que puede optimizar la cantidad obtenida, esto mediante una la realización de un descascarado, triturado y tratamiento térmico de las semillas. Con estas acciones se puede llegar a obtener el contenido de aceite del 40-50% en relación a la masa procesada (Huerga, sf).

2.4.2.1 Proceso de prensado y extracción de aceite

Para el proceso de extracción del aceite de las semillas es necesario la realización de un proceso de calentamiento, esto se puede realizar tanto exponiendo las semillas al calor de la luz solar sobre plástico negro o mediante hornos los cuales tuesten las semillas. Es importante destacar que las semillas sólo deben calentarse, ya que esto contribuye a que las células de la semilla se rompan dando como resultado una fácil extracción del aceite.

Existen diversas formas para la extracción del aceite contenido dentro de las semillas, una de ellas es por proceso mecánico de extracción mediante el uso de una máquina (extrusora) que ejerce presión sobre las semillas de *Jatropha curcas* para extraer el aceite. Un segundo método es el uso de solventes, los cuales se añaden a las semillas previamente trituradas para que se disuelva el aceite. En la extracción mecánica de aceite, se puede llegar a obtener de 90-95% del aceite presente en las semillas, mientras que la extracción con solventes puede alcanzar hasta un 99% de extracción, pero esta se califica como un método más peligroso debido al uso de químicos (Facts, 2009).

La figura 3 muestra el método de extracción de aceite utilizado en este caso que consiste en una prensa mecánica de tornillo que se conoce en inglés como “expellers”, este es un proceso de prensado continuo. En su estructura cuenta con un tornillo que gira en un compartimiento y continuamente amasa y transporta las semillas introducido a través de un embudo hacia una boquilla, donde la presión se acumula. Sobre la longitud del tornillo el aceite es extraído de las semillas y fluye desde los lados del tornillo hacia un depósito. En su camino hacia la boquilla, las semillas son comprimidas en una torta (Facts, 2009).

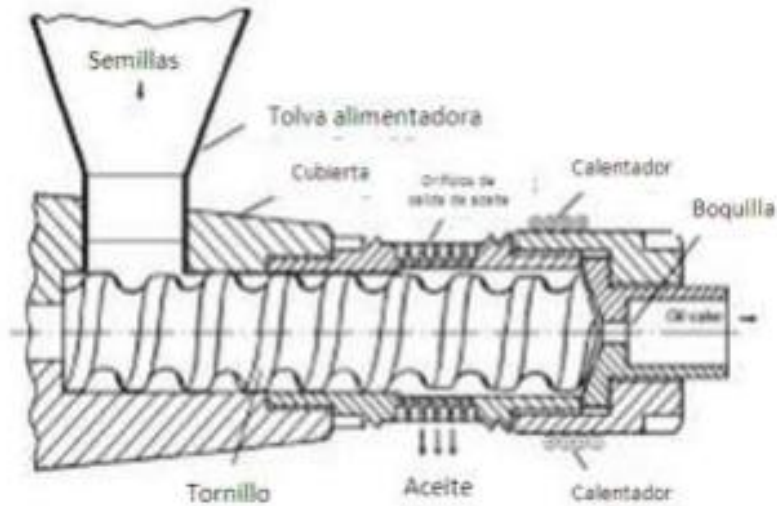


Figura 3. Prensa mecánica de tornillo y sus partes (Facts, 2009).

2.4.2.2 Proceso de filtrado

Facts (2009), indica que el aceite crudo de *Jatropha curcas* luego del proceso de prensado contiene del 5 al 15% de sólidos en peso. Esto corresponde a un 10-30% en volumen, dependiendo del tipo de sedimentos presentes. Previo a su uso en un motor diésel, el aceite debe estar libre de todas las partículas mayores a $5 \mu\text{m}^4$ (micras) para evitar la obstrucción de los filtros de combustible. Se pueden utilizar tres métodos de purificación del aceite de *Jatropha curcas*:

- Sedimentación: en este proceso se retira entre 20% a 25% de las impurezas en el volumen total de aceite crudo, aunque su tiempo de realización puede durar hasta una semana lo cual lo convierte en un método extensivo si se necesita rapidez en el proyecto.
- Hirviendo el aceite con agua: el procedimiento consiste en hervir el aceite con 20% de agua y dejar hervir hasta que el agua se haya evaporado, después de algunas horas el aceite se vuelve transparente. Lo que lo hace un procedimiento más rápido en comparación con el anterior.
- Filtrado: este es el procedimiento menos recomendado debido a que el paso del aceite crudo por un filtro es un procedimiento muy lento (López, 2008).

La figura 4 muestra el ciclo de obtención y filtrado del aceite de *Jatropha curcas* con la finalidad de la obtención del biodiésel.

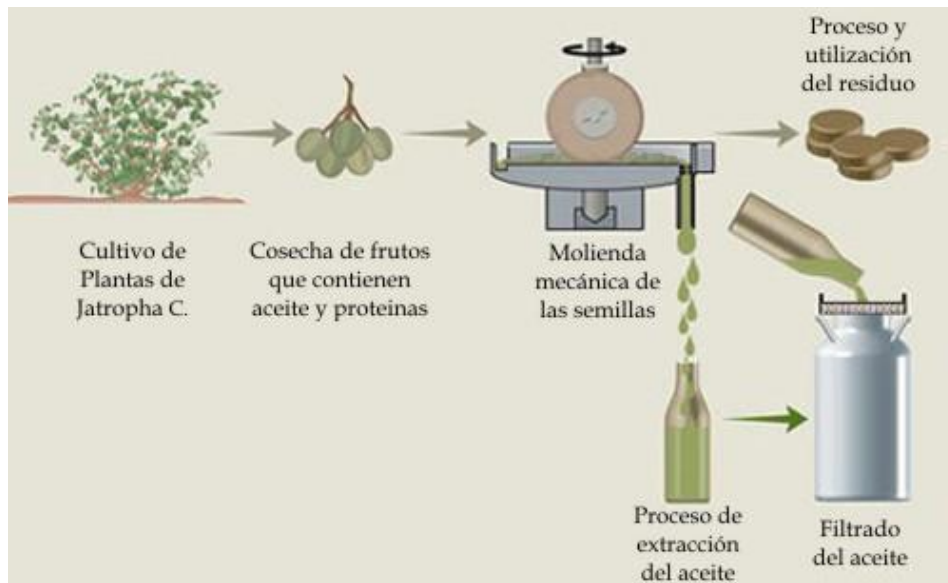


Figura 4. Proceso de extracción de aceite proveniente de *Jatropha curcas* (Olmedo, 2010).

2.5 ANTECEDENTES

2.5.1 Cultivo de *Jatropha curcas* para la elaboración de biodiésel

En la región centroamericana, se inició con un proyecto de generación de biocombustible a partir de *Jatropha curcas* en Nicaragua, en el año 1988, con el proyecto de biomasa que ejecutó la Universidad Nacional de Ingeniería, de ese mismo país, en coordinación y asesoría técnica de la empresa Sucher y Holzer y apoyo financiero de la cooperación austríaca. El proyecto se estableció en el departamento de León, en donde se sembraron 1,200 hectáreas, que luego fueron abandonadas por distintos problemas de carácter político, técnico, organizativo y comercialización, entre otros (Oyuela, 2012).

En Guatemala la empresa Biocombustibles de Guatemala, se han caracterizado por realizar la mayor cantidad de estudios referentes al cultivo de *Jatropha curcas*, aunque en el área se presenta esta semilla de manera natural, en el año 2003 se recolectaron semillas de los campos abandonados de Nicaragua. Estableciendo 10 plantaciones de una hectárea, en distintos municipios de Guatemala, para poder evaluar con los distintos microclimas existentes las condiciones óptimas de cultivo y así, obtener semillas de mejor calidad con las cuales el nivel de extracción de aceite fuera más eficiente.

En Guatemala, se ha tenido como fin principal la elaboración de un banco de germoplasma y aunque existen algunos estudios en el país, no se cuenta con información relacionada con el enfoque sistemático de la producción de *Jatropha curcas* con la finalidad de la generación de biodiésel (Asturias, 2010).

La Universidad San Carlos de Guatemala, también posee una parcela, como área de investigación, con *Jatropha curcas* ubicada en el municipio de Masagua, Escuintla. Sin embargo, se indica que aún necesita ciertas mejoras en sus procesos para que se presenten semillas con mayor calidad, ya que aún se ha visto afectado el cultivo por una gran cantidad de plagas, enfermedades y maleza.

Por otro lado, se indica que la extrusora que poseen no satisface las necesidades para la extracción de aceite provocando que no se pueda generar la cantidad de biocombustible que ellos planean generando pérdidas. Se estimó una disponibilidad de 158,750 plantas, de las cuales 1,750 plantas están como cultivo en una manzana de terreno y el resto están establecidas como cerca viva (Orellana, 2011).

Internacionalmente, se ha apostado por el uso del biocombustible proveniente de *Jatropha curcas*, por ello es que varios países de África (Egipto, Ghana, Zambia, Etiopía, Mozambique y Senegal) y Asia (China, India, Filipinas, Indonesia, Malasia y Myanmar) lo han planteado como una posible opción. Pero India, se debe destacar de manera primordial, ya que desde hace algunos años se comenzó a cultivar, principalmente por mujeres, en pequeñas parcelas. En el año 2008, el Gobierno de India, lanzó un programa conocido como la Misión Nacional del Biodiésel con la finalidad de generalizar el uso de biodiésel proveniente de *Jatropha curcas* con el propósito de sembrar más de 40 millones de hectáreas, convirtiéndose en uno de los mayores productores de *Jatropha curcas* del mundo (Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias, 2009).

2.5.2 Contaminación por smog en Guatemala

El smog es una forma de contaminación del aire siendo el resultado de la emisión de grandes cantidades de sustancias tóxicas a la atmósfera, esto sucede principalmente por la quema de carbón y emisiones de gases que pueden generar las industrias o los vehículos. El smog se produce por una acumulación de gases que se combinan con un periodo de alta presión provocando que el aire se estanque formando una niebla de aire contaminado. Entre las consecuencias que se pueden mencionar por la presencia de smog en un área es impacto al paisaje, cambios en el clima, alteración de las precipitaciones y enfermedades para el ser humano (USAC, 2013).

En los años ochenta, una firma suiza efectuó mediciones del aire en la ciudad de Guatemala, presentando altos niveles de contaminación indicando que esto afectaba de manera directa la salud de los habitantes del territorio nacional (USAC, 2013).

En Guatemala, la principal fuente generadora de contaminación al aire es el parque vehicular y autobuses, siendo la primordial causa los escapes de los vehículos, tanto de gasolina como diésel, que emiten grandes cantidades de gases tóxicos, como el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxido de nitrógeno (NO_x) y dióxido de nitrógeno (NO₂) siendo este último un componente altamente peligroso debido a que es causante de gran cantidad de enfermedades como también causante de lluvia ácida.

Según monitoreos de la calidad del aire, efectuados por la Unidad de Medición de Aire, de la Facultad de Ciencias Químicas, de la Universidad San Carlos de Guatemala – USAC- (2013), la cantidad de automóviles ha aumentado exponencialmente en Guatemala lo que provoca que también aumenten las emisiones de gases contaminantes generando smog.

Las mediciones se realizaron en 6 puntos de la Ciudad siendo: Calzada San Juan zona 7, Museo Usac zona 1, Insivumeh zona 13, avenida Petapa en la entrada de la Usac zona 12, edificio T-12 de la Usac zona 12, y en las instalaciones del Instituto Nutricional de Centroamérica y Panamá localizado en calzada Roosevelt, zona 11. Como resultado, se obtuvo que los niveles que sobrepasaron las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud fueron los de Partículas Totales en Suspensión (PTM) con 143 mg/m³ siendo el valor recomendado de 75 mg/m³, las Partículas menos a 10 Micras (PM₁₀) con 80 mg/m³ cuando el límite aconsejado es de 20 mg/m³, dióxido de azufre (SO₂) fue de 46 mg/m³ siendo lo recomendado de 20 mg/m³. Por su parte el dióxido de nitrógeno (NO₂) no sobrepasó el límite de permisible de 40 mg/m³, ya que el resultado fue de 38 mg/m³.

En comparación con países industrializados como Estados Unidos, las emisiones que genera Guatemala son bajas; pero con el aumento de vehículos en el país, el nivel de contaminación del aire también aumentará. De ello la importancia que se generen medidas correctivas, las cuales busquen que los niveles de contaminación atmosférica no continúen en aumento o incluso puedan disminuir. Por esta razón, el uso de biodiésel es recomendable, ya que se considera una energía limpia y genera menos gases de efecto invernadero, en comparación con el diésel proveniente del petróleo.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Desde hace cientos de años el humano ha utilizado los combustibles fósiles como principal medio de generación energética, y si bien esta fuente energética ha movido al mundo, es relevante destacar que los recursos no renovables son limitados. De ello la importancia de buscar sustitutos de combustibles, principalmente provenientes de recursos naturales renovables.

El principal combustible que se utiliza alrededor del mundo es el petróleo, un combustible fósil no renovable, la sobre explotación de este recurso ha provocado que su cantidad vaya siendo limitada teniendo como efecto directo el aumento del precio para el uso de éste. Debido a esto se recomienda la búsqueda de combustibles provenientes de materiales renovables, los cuales se pueden regenerar constantemente y su impacto ambiental es de menor magnitud (Asociación de Combustibles Renovables, 2013).

Las principales consecuencias del uso de combustibles fósiles es la emanación de gases de efecto invernadero, los cuales contribuyen al proceso de cambio climático, de ello la importancia de establecer nuevos métodos de generación energética, los cuales no impacten a la humanidad y sus recursos.

Muchos países, han realizado estudios sobre el uso de biocombustibles buscando de esta manera un desarrollo sostenible. Guatemala ha realizado ciertos avances primordialmente enfocado en la transformación energética de subproductos provenientes de la caña de azúcar. El área de Centroamérica, cuenta con otra opción de explorar nuevas especies, ejemplo de ello, *Jatropha curcas*, la cual contiene un aceite altamente energético. En Guatemala existe aún poca información acerca de esta planta, la cual puede ser una alternativa favorable para la generación energética del país de una manera limpia proporcionando un salto tecnológico e industrial en el área (Asturias, 2009).

Para el año 2010, las fuentes de energías secundarias aportaron el 29.67% de la oferta total energética para el combustible interno de Guatemala, siendo la mayor fuente energética los combustibles líquidos derivados del petróleo. El país depende de la importación de combustibles fósiles lo que obliga a operar con costos de producción más elevados (IARNA, 2012).

De ello la importancia de resolver la problemática, ya que, si se establecen métodos de generación de energía renovable, el país puede dejar de depender de otros para su producción, disminuyendo de cierta manera los altos que costos que esto genera.

Jatropha curcas es una planta oriunda de la zona de América Central, por lo que su cultivo y producción se hace factiblemente económica por la poca inversión que conlleva su cultivo. A pesar de que la transesterificación puede ser costosa, el costo beneficio de la utilización como combustible que conlleva una considerable menor contaminación ambiental, hace que el mismo sea viable como una alternativa atractiva para su consumo.

Para la producción de *Jatropha curcas* y la comercialización del biocombustible producido, no se cuenta con limitación legal alguna. Por el contrario, por ser un recurso renovable probablemente podrá considerarse como un generador de energía renovable y de menor contaminación ambiental, lo que permitiría una inclusión que conlleve incentivos o exoneraciones fiscales, dado lo beneficioso que resultaría su utilización.

Es de importancia que se analice de manera sistemática, evaluando los componentes ambiental, social, institucional y económico. Ya que de esta manera se podrá observar el flujo entre estos componentes demostrando la factibilidad de su producción. Y de esta manera determinar si algún componente se ve mayormente afectado por el flujo.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el sistema de producción de *Jatropha curcas* en Guatemala para la elaboración de biodiésel.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Estimar los efectos ambientales resultado del cultivo de *Jatropha curcas* para la generación de biodiésel.
- Contrastar los costos de producción y su comparación con combustibles derivados del petróleo.
- Analizar regulaciones legales que faciliten o limiten la producción de *Jatropha curcas* en Guatemala.
- Compilar percepciones sociales en tema a la producción de biocombustible proveniente de *Jatropha curcas* en Guatemala.

V. METODOLOGÍA

5.1 AMBIENTE

El área en la que se realizó el estudio, se ubica en la aldea el Papaturre, municipio de Chiquimulilla, del departamento de Santa Rosa, Guatemala, específicamente en la finca “San Francisco Las Canoas” en donde ha implementado un campo de cultivo de *Jatropha curcas*.

Tal como se observa en la figura 5 este municipio se localiza en la latitud $14^{\circ} 05' 13''$ y en la longitud $90^{\circ} 22' 48''$. Encontrándose a 116 kilómetros de la ciudad de Guatemala y a 39 kilómetros de Cuilapa, que es la cabecera departamental. Al norte colinda con el municipio de Cuilapa y Pueblo Nuevo Viñas mientras que en el sur con el Océano Pacífico; al este con Pasaco, Moyuta, Santa María Ixhuatán y San Juan Tecuaco; al oeste con el municipio de Guazacapán (SEGEPLAN, 2010).

Específicamente el lugar de trabajo se encuentra en las coordenadas geográficas latitud 13.9613889 y longitud -90.3922222; con una altitud de 294 metros sobre el nivel del mar (Biocombustibles de Guatemala, S.A, 2014).

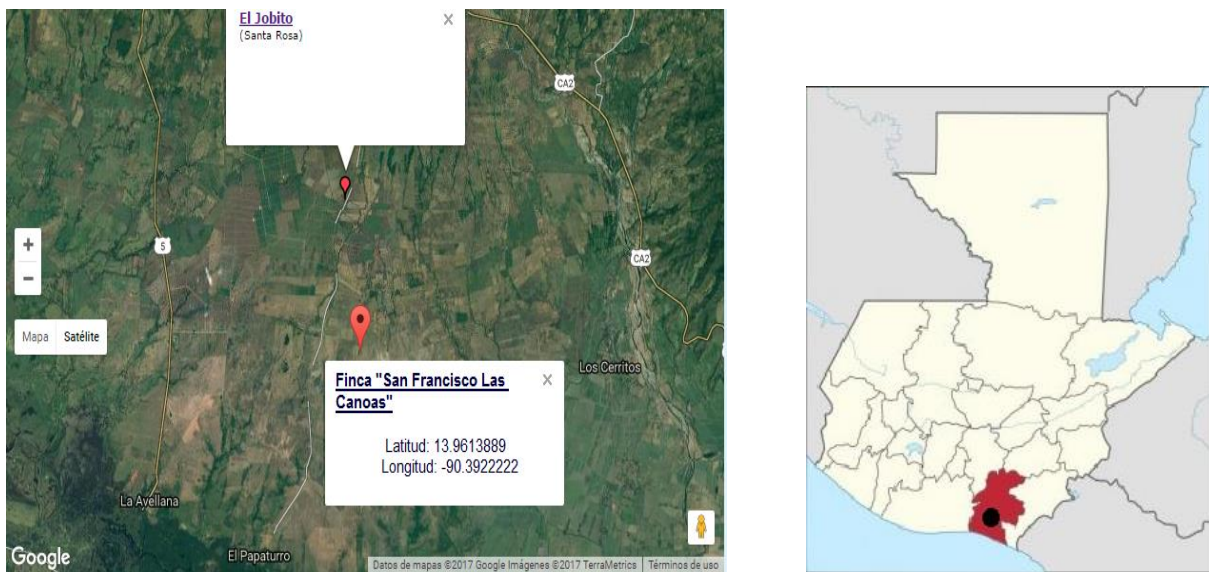


Figura 5. Localización Finca “San Francisco Las Canoas” y comunidad El Jobito.

5.2 SUJETO Y/O UNIDADES DE ANÁLISIS

El principal sujeto de análisis fue el sistema de cultivo de *Jatropha curcas* implementado con la finalidad de producción de biocombustible, estudiando los distintos componentes que conforman un sistema, en este caso institucional, ambiental, económico y social (ver anexo 1). Se analizó tanto el área de cultivo para determinar condiciones aptas para el crecimiento de *Jatropha curcas*, como también se compiló la percepción de comunidades cercanas al cultivo, estudiando su punto de vista de la siembra del cultivo con la finalidad de la generación de biodiésel, como también se realizó una evaluación de la percepción social urbana en la ciudad de Guatemala, determinando su opinión sobre el uso de un biocombustible proveniente de *Jatropha curcas*.

Además, se evaluó la relación beneficio/costo de la producción. Se realizó una revisión del componente institucional, mediante la realización de 2 entrevistas a funcionarios del área legal de cada Ministerio a evaluar, dando como resultado total de 6 entrevistas. También fue de vital importancia, el análisis ambiental de cómo el cultivo y producción de biodiésel puede afectar o beneficiar el ambiente y cómo esto puede impactar en la sociedad.

5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizó fue de tipo descriptiva, la cual tuvo como fin evaluar la factibilidad ambiental, económica, social e institucional de producir *Jatropha curcas* para la elaboración de biodiésel en Guatemala. Posteriormente se evaluaron los factores que componen el sistema y verificó que cada uno ejerce un impacto sobre el sistema total.

5.4 INSTRUMENTO

Con la finalidad de estimar los efectos ambientales, resultado del cultivo de *Jatropha curcas* para la elaboración de biodiésel, se utilizó una metodología de evaluación de impactos ambientales, mediante un formulario ambiental, para evaluar los impactos que se puedan generar por el proyecto. En este caso se realizó el formulario DABI junto con un Plan de Gestión Ambiental, obteniendo las normativas de elaboración del ente encargado en este caso el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, quienes brindan la guía de realización del estudio y el formulario de realización.

Es importante destacar que se eligieron estos instrumentos de evaluación ambiental, ya que son procedimientos que estudian los distintos procesos que puede generar un proyecto, determinando sus impactos y posibles acciones que contrarresten los impactos negativos y favorezcan los impactos positivos. Este tipo de evaluación abarca las distintas fases que puede contemplar a un proyecto, incluyendo la fase de construcción, operación y abandono, ya que en cada una de estas se pueden generar impactos de distintos tipos que son de vital importancia estudiar y de esta manera se puedan tratar.

Para evaluar los costos de producción se utilizó una metodología de costos de producción mediante el uso del instrumento relación costos/ beneficio. Se utilizó Excel, para la elaboración del costo de producción en el campo de cultivo, esto mediante la elaboración de preguntas a los dueños de los campos de cultivo, demostrando cuánto cuesta el mantenimiento de una hectárea de *Jatropha curcas* y cuanta ganancia genera la producción; teniendo como resultado la relación beneficio/costo y la rentabilidad.

Por otra parte, se realizaron inferencias sobre la relación beneficio/costo con su entorno teniendo como resultado un análisis de carácter cualitativo. Obteniendo estos resultados, se pudo determinar la factibilidad económica del cultivo, ya que se pudo determinar la rentabilidad, que es de vital importancia conocer para este tipo de proyectos.

Así mismo, se realizó una investigación documentada mediante revisión de bibliografía, esto con la finalidad de evaluar las regulaciones que faciliten o limiten la producción de *Jatropha curcas* en Guatemala y de esta manera, estudiar los componentes institucionales. En este punto, también se realizaron entrevistas a funcionarios (ver anexo 2), con un enfoque principal en el departamento legal de los Ministerios involucrados, en este caso: Ministerio de Energía y Minas (MEM), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Luego de obtener la información, se realizó un contraste destacando tanto lo positivo (beneficios), como lo negativo (limitaciones); así, se puede conocer de manera exacta la legislación pertinente conforme al cultivo. Se estudió si existen normativas que regulen, tanto la producción de biodiésel en Guatemala, como si existe alguna normativa en cuanto al tema de transesterificación de aceite proveniente de *Jatropha curcas*.

Se analizó si existe algún incentivo fiscal que promueva la generación de biocombustibles y si existe alguna posibilidad de desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible, todo esto desde la visión institucional.

Se utilizaron entrevistas para determinar la percepción social tanto de las comunidades cercanas al cultivo (ver anexo 3), como del área urbana (ver anexo 4). Así mismo, se utilizaron para conocer la opinión de personas encargadas del cultivo de *Jatropha curcas*, esto con la finalidad de obtener las percepciones sociales conforme al tema de producción de biocombustibles provenientes de esta planta en Guatemala.

Se realizaron dos tipos de sondeo de percepción: una enfocada principalmente a la comunidad más cercana, El Jobito, en la cual se tuvo un enfoque de determinación de calidad de vida y oportunidades que el cultivo puede brindarle a los pobladores, si se cultiva con la finalidad de producción de biodiésel. Mientras que la otra, se realizó en la ciudad de Guatemala, la cual tuvo como principal enfoque la aceptación de la población de dicha área, en cuanto al uso de un biocombustible generado en el país, proveniente de la planta *Jatropha curcas*, como también el conocimiento de la población sobre los biocombustibles.

En las figuras 6, 7, 8 y 9 se muestran los datos obtenidos durante el proceso de recolección de información en la ciudad de Guatemala y la comunidad El Jobito estableciendo un rango de edad entre los 18 a los 60 años y el género de la población encuestada, de esta manera se pudo evaluar diferentes puntos de vista entre las generaciones, indicando su opinión sobre la producción de biocombustibles en el país.

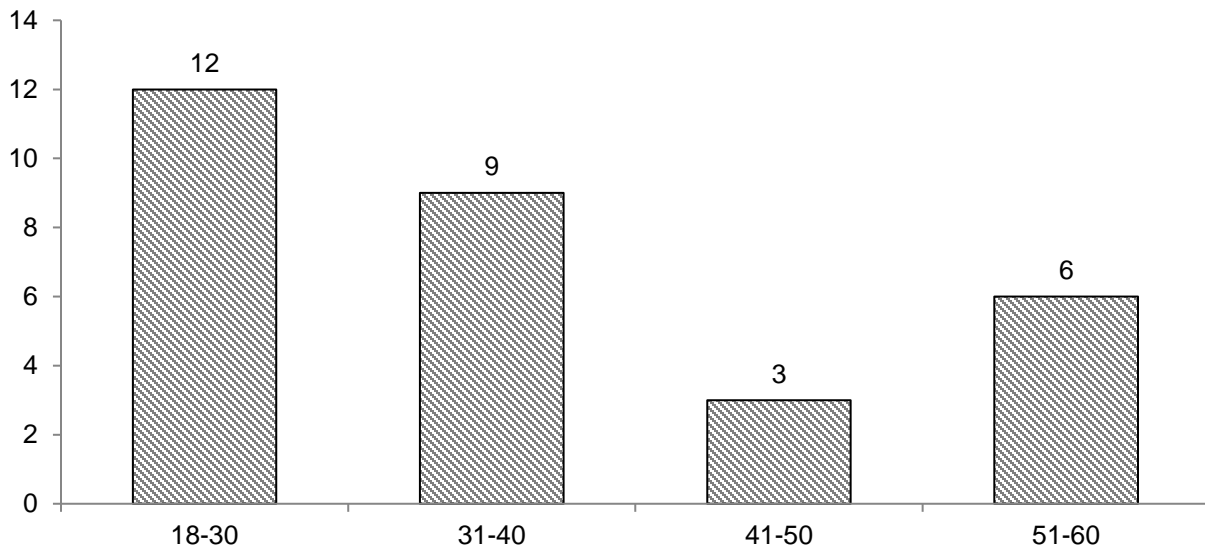


Figura 6. Rango de edad de la población encuestada en la ciudad de Guatemala. Se estableció, buscando contar con la opinión de personas que utilicen constantemente vehículos y usen combustibles fósiles en ellos.

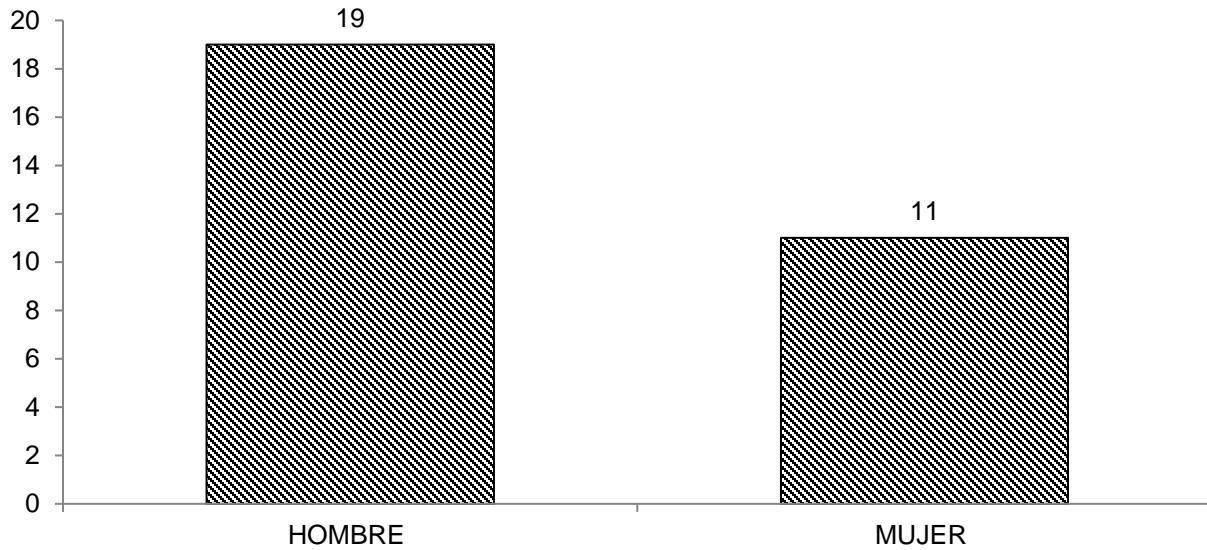


Figura 7. Género de la población encuestada en la ciudad de Guatemala. El 63% de la población encuestada en la ciudad de Guatemala pertenece al género masculino.

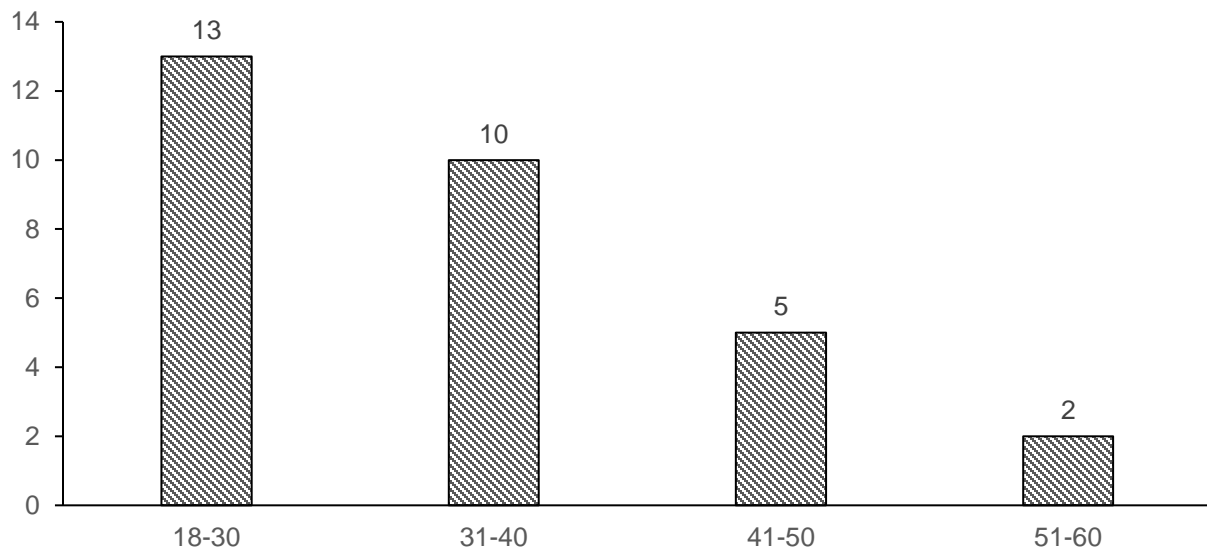


Figura 8. Rango de edad de la población encuestada en la comunidad El Jobito. Se entrevistó a personas de la comunidad más cercana a la finca que conocieran sobre el cultivo de *Jatropha curcas*.

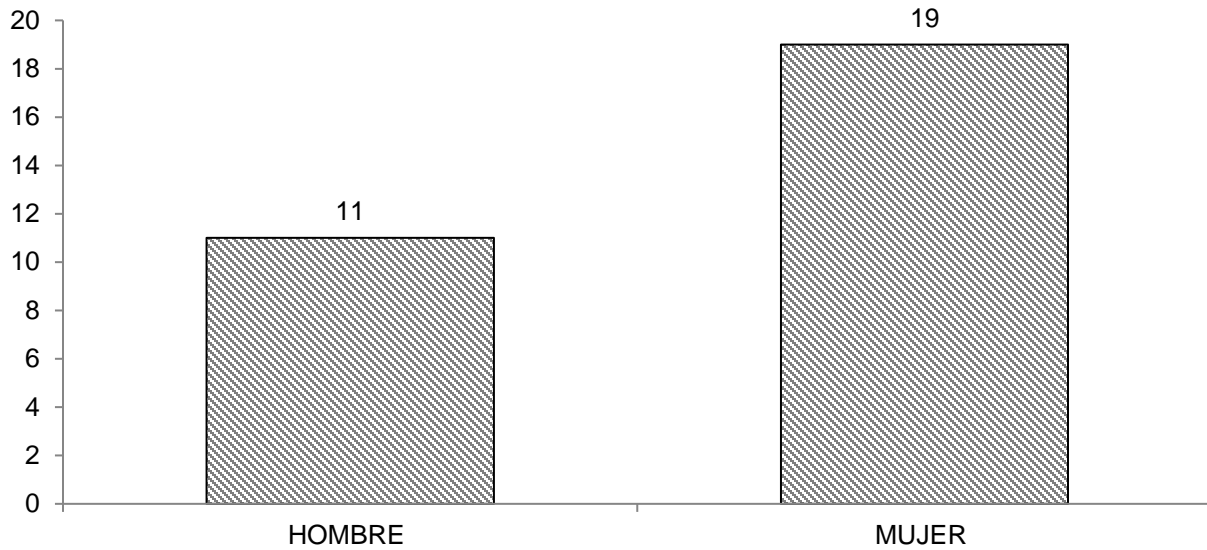


Figura 9. Género de la población entrevistada en la comunidad El Jobito. El 63% de la población entrevistada en la Comunidad El Jobito pertenecía al género femenino.

En cuanto al análisis del sistema de producción de *Jatropha curcas* en Guatemala para la elaboración de biodiésel, se utilizó como metodología la evaluación de dinámica de sistemas, siendo su instrumento de análisis el sistema socio ecológico; éste busca un desarrollo sostenible de los distintos componentes que lo conforman siendo social, institucional, económico y ambiental, teniendo como principal enfoque visualizar la interacción de los componentes y determinar la factibilidad de sistema sostenible.

5.5 PROCEDIMIENTO

5.5.1 Consulta documentada

Con base en la recopilación de información documental, se establecieron factores institucionales que el cultivo de *Jatropha curcas* y de la elaboración de un biocombustible proveniente de ésta, deben de atender.

La información fue consultada con los distintos Ministerios relacionados, siendo estos, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Ministerio de Energía y Minas (MEM) como también con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), consultando principalmente las normativas existentes sobre generación de biocombustibles en Guatemala. Esto con la finalidad de cumplir el objetivo que propone evaluar las regulaciones legales que faciliten o limiten la producción de *Jatropha curcas* en Guatemala con la finalidad de la obtención de biodiésel.

También se estudiaron proyectos anteriores existentes sobre la producción de biodiésel proveniente de *Jatropha curcas*, estableciendo ventajas y desventajas, principalmente dando un enfoque ambiental, social y económico, ejemplo de ello la generación de biocombustibles en Colombia. Esto permitió modelar el sistema de producción. Lo que contribuyó a la descripción de la estructura del sistema evaluando entradas, salidas, límites, componentes e interacciones.

En cuanto al cumplimiento del objetivo que establece estudiar los costos de producción, esto se realizó mediante la recopilación de datos proporcionados por los propietarios de la unidad productiva evaluada, demostrando el costo de mantenimiento de una hectárea de *Jatropha curcas*, de esta manera tener el costo/beneficio del cultivo determinando si realmente el proyecto de generación de biocombustible es rentable. En cuanto al costo/beneficio de las áreas cercanas se planteó ejecutar mediante inferencias, generando como resultado un análisis de carácter cualitativo.

Mediante el análisis de costos, se deben de evaluar los beneficios que se pueden obtener al desarrollar un proyecto de generación de biodiésel a partir de *Jatropha curcas*, esto se realizó mediante las siguientes formulas:

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Número de unidades producidas}} = \frac{\text{Q.12,761.97}}{1,161.28 \text{ litros}} = \text{Q.11.00 litro}$$

$$\text{Precio de venta} = \frac{\text{Costo unitario total}}{(1-\% \text{ de utilidad})} = \frac{\text{Q. 11.00 litro}}{(1-5\%)} = \text{Q. 11.58 litro}$$

Es importante destacar que se utilizó este porcentaje de utilidad para que el precio final fuera lo más competitivo con el precio de los combustibles provenientes de petróleo.

El análisis de las percepciones sociales de la muestra se estableció mediante la siguiente fórmula estadística:

$$\frac{N * (\alpha_c * 0,5)^2}{1 + (e^2 * (N - 1))}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

E = Límite aceptable de error muestral.

A_c = Nivel de confianza

0.5 o σ: Desviación estándar de la población.

El estudio se realizó en la ciudad de Guatemala, estableciendo 988,150 habitantes solamente en esta área, según datos proyectados por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, en un documento generado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se estableció de esta manera un tamaño de muestra de 30 entrevistas, con un nivel de confianza del 90%. Se conoce la importancia de evaluar una aldea, en este caso fue la comunidad El Jobito, que se encuentra localizada a 4.67 km del campo de cultivo.

Según datos proyectados por el INE, se estima que la población es de 455 habitantes y que cuenta con 118 viviendas. En este caso también se realizaron 30 entrevistas, con un nivel de confianza del 90% y un nivel de precisión de 15%. Es importante destacar que se hizo la misma cantidad de entrevistas debido a que luego de un cierto número del tamaño de la población, el tamaño de la muestra ya no tiende a variar. La compilación de percepciones sociales se realizó con la finalidad del cumplimiento del objetivo el cual, establece la importancia del conocimiento de la opinión que tiene la población sobre la elaboración de biodiésel.

El cuadro 1 y 2 muestran el método utilizado para el cálculo de tamaño de muestra para la elaboración del sondeo de percepción en la ciudad de Guatemala y la comunidad El Jobito.

En la comunidad El Jobito las preguntas fueron mayormente enfocadas a su calidad de vida incluyendo ventajas o desventajas que este proyecto puede generarles, mientras que en la ciudad de Guatemala se evaluó la posición de la población acerca del uso de biocombustibles generados en el país.

En cuanto al cumplimiento del objetivo que busca estimar los efectos ambientales resultado del cultivo de *Jatropha curcas* para la generación de biodiésel, se presentó el formulario DABI y se realizó un Plan de Gestión que complementó al formulario establecido. En él se estudió la sostenibilidad ambiental del proyecto y los efectos o impactos que este puede generar al medio ambiente.

Es de vital importancia destacar que se establecieron estos instrumentos de evaluación, ya que mediante la revisión de la actividad en el listado taxativo presentado por el MARN, se indica que la actividad se puede respaldar mediante la elaboración de dichos documentos, que son los necesarios para determinar posibles impactos en la construcción, operación y abandono del campo de cultivo.

Cuadro 1. Cálculo de tamaño de muestra para la elaboración de entrevistas en ciudad de Guatemala.

ESTIMACIÓN DE n PARA DATOS CONTINUOS	
Tamaño de la población (N) (si la población es infinita introducir valor 0)	988150
Nivel de confianza (Puede tomar valores de 90%, 95% y 99%, los cuales son los más usuales)	90%
Precisión (D)	15%
Desviación estándar (σ)	0.5
TAMAÑO MUESTRA (n)	30
TAMAÑO DE MUESTRA CORREGIDO POR POBLACIÓN FINITA (nc)	No aplica

Cuadro 2. Cálculo de tamaño de muestra para la elaboración de entrevistas en comunidad El Jobito.

ESTIMACIÓN DE n PARA DATOS CONTINUOS	
Tamaño de la población (N) (si la población es infinita introducir valor 0)	455
Nivel de confianza (Puede tomar valores de 90%, 95% y 99%, los cuales son los más usuales)	90%
Precisión (D)	15%
Desviación estándar (σ)	0.5
TAMAÑO MUESTRA (n)	30
TAMAÑO DE MUESTRA CORREGIDO POR POBLACIÓN FINITA (nc)	No aplica

5.5.2 Fase de campo

La fase de campo tuvo como fin principal el análisis de la dinámica del sistema mediante la elaboración de costos de producción, evaluación de las normativas existentes y el establecimiento de los impactos, positivos o negativos, que puede generar al ambiente la producción de *Jatropha curcas*. Asimismo, se evaluó la percepción social con la que se buscaba conocer la opinión de la población tanto cercana al cultivo, como de personas que residen en la ciudad de Guatemala y encargados de los cultivos mediante la realización de entrevistas.

Para ello fue necesario tener conocimiento del área de cultivo, de sus cercanías y de la misma manera, conocer la comunidad El Jobito. Se realizaron las entrevistas de manera aleatoria y al azar, ya que de esta forma se pudo obtener la percepción de la población desde distintos puntos de vista, pues si no se realizaba de esta manera los datos podrían haberse visto afectados durante el proceso de interpretación.

De igual manera las entrevistas se realizaron aleatoriamente en la ciudad de Guatemala, abarcando distintos lugares e intentando involucrar a la población con distintos puntos de vista y opiniones.

En cuanto a las entrevistas que se realizaron a los Ministerios involucrados, se buscó analizar las regulaciones legales que tuvieran alguna relación con la producción de *Jatropha curcas* en Guatemala con la finalidad de generar un biocombustible. Para ello se consolidaron reuniones con el área jurídica y legal que conforman dichos Ministerios, para conversar sobre el tema. Así mismo se buscó tener un contacto directo con las instituciones para poder también realizar una investigación de gabinete en la cual se pudiera realizar un contraste, delimitando los factores positivos y las limitantes con respecto al cultivo de *Jatropha curcas* y la elaboración de biodiésel.

En cuanto a la estimación costo/beneficio, se realizó un análisis mediante el conocimiento del campo de cultivo. También se estableció un contacto con el personal que labora en dicho lugar y así se obtuvieron cifras estadísticas que permitieron establecer si el cultivo es realmente rentable, teniendo como finalidad la producción de biodiésel.

Conforme a la estimación de los efectos ambientales, resultado del cultivo de *Jatropha curcas* para la generación de biodiésel, fue de vital importancia conocer el área de cultivo como realizar un proceso de observación en el cual se determinaron posibles impactos y medidas de mitigación.

Se estableció contacto con los administradores del cultivo, para poder conversar sobre factores que se observaron con antelación y así asegurar que ya se están tomando medidas de prevención. Fue de vital importancia establecer este procedimiento para la elaboración del Plan de Gestión Ambiental y para el DABI, los cuales determinan que se deben conocer todos los aspectos que influyen en el proyecto para poder estimar impactos y medidas de prevención.

5.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

5.6.1 Ambiental

Con la finalidad de estimar los efectos ambientales, se elaboró el Plan de Gestión Ambiental (PGA) y un Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto (DABI), incluyendo los datos recopilados en el área de cultivo, los cuales brindan parámetros de evaluación de impactos y generación de medidas de mitigación.

5.6.2 Económico

Se realizó un análisis de costo beneficio mediante la utilización de los datos obtenidos durante la fase de campo, logrando determinar la rentabilidad del proyecto. También en este punto se realizó una inferencia de costo beneficio con el entorno del cultivo, teniendo como resultado un análisis de carácter cuantitativo.

5.6.3 Institucional

Para analizar las regulaciones legales se realizó el contraste de facilidades o limitaciones en cuanto a la producción de *Jatropha curcas* en Guatemala para la elaboración de biodiésel y se estudiaron las legislaciones, normativas y la información que brindaron los Ministerios durante el proceso de entrevistas.

5.6.4 Social

Se realizaron entrevistas con el fin de conocer las percepciones de la población guatemalteca en el área urbana, en cuanto al tema de producción y uso de biodiesel proveniente de *Jatropha curcas*. En la población cercana al cultivo se evaluaron sus conocimientos en relación a los beneficios o limitantes que el cultivo les pueda generar.

5.6.5 Integración de la información

Los resultados se presentan en gráficos como también se utilizó la lógica de semaforización, en la cual se presentaron tres colores (rojo, amarillo y verde), demostrando la calidad de los componentes estudiados y si estos cumplían con los requerimientos necesarios.

Es necesario indicar que en este punto se estudió el comportamiento de cada componente mediante la representación del color que tiene el flujo. El color rojo representa el nivel calidad más bajo; el amarillo el medio y el color verde es el mejor calificado, pues estipula que se cumple con las medidas establecidas y que se está generando un efecto positivo sobre el sistema ya que mediante las evaluaciones realizadas tanto de forma documentada como en la fase de campo, se permitió construir el sistema ubicando sus flujos e interacciones y así establecer qué componentes se ven mayormente afectados por la actividad de generación de biodiésel a partir de *Jatropha curcas*.

Es de vital importancia el estudio del sistema por completo identificando los impactos e interacciones entre los componentes. La realización de este procedimiento conlleva a la validación de la hipótesis, lo que contribuye a la elaboración de conclusiones y recomendaciones.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de biocombustibles en la actualidad puede beneficiar altamente al país, no solo en materia económica, sino que también en materia ambiental. Como es sabido, Guatemala tiene una de las mayores deudas externas por compra de combustibles fósiles, pero esto puede cambiar con el uso y generación de biocombustibles dentro del país.

Jatropha curcas es una planta originaria del área de Mesoamérica, la cual se encuentra de manera natural en el país y debido al alto nivel energético de aceite contenido en las semillas que produce, es una de las mejores especies para generar biodiésel. La finca privada “San Francisco Las Canoas”, en el departamento de Santa Rosa, Guatemala se dedica a la siembra, crecimiento y extracción de aceite proveniente de *Jatropha curcas*, con la finalidad de la generación de biodiésel.

En la figura 10 se observa el cultivo de *Jatropha curcas* en la finca “San Francisco Las Canoas”. Aunque en la actualidad la siembra y cultivo de *Jatropha curcas* se encuentra como un proyecto de investigación, es necesario realizar un estudio a profundidad de los factores que intervienen en la generación de biocombustibles que incluya aspectos ambientales, institucionales, sociales y económicos.



Figura 10. Cultivo de *Jatropha curcas* en la finca “San Francisco Las Canoas”.

6.1 AMBIENTAL

En cuanto al tema ambiental, es de vital importancia estudiar el impacto que la siembra de *Jatropha curcas* puede llegar a ocasionar. Por ello, se ha elaborado un Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto -DABI- (ver anexo 5) y Plan de Gestión Ambiental-PGA- (ver anexo 6), ya que estas son herramientas que contribuyen a un análisis completo entre la interacción del proyecto y el ambiente.

En el cuadro 3 se presenta la lista de indicadores que se utilizaron para identificar impactos ambientales que el proyecto pudiera generar durante la construcción, operación y abandono. El cuadro 4 presenta los resultados de la aplicación de la matriz de Leopold, basada un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental, que se utiliza para identificar los impactos de un proyecto sobre el entorno natural.

Cuadro 3. Lista de chequeo para identificar impactos ambientales.

LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICAR IMPACTOS AMBIENTALES EN ZONAS DE ACUMULACIÓN			
IMPACTOS GENERADOS	ETAPA DEL PROYECTO		
	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	ABANDONO
1. Sobre el agua			
A. Contaminación		X	
B. Disminución del caudal	X	X	
C. Cambio de uso	X	X	
2. Sobre el aire			
A. Contaminación	X	X	
B. Incremento del ruido		X	
C. Presencia de malos olores			X
3. Sobre el clima			
A. Cambio de temperatura			X
B. Aumento de lluvias			
C. Aumento de la evaporación		X	
4. Sobre el suelo			
A. Pérdida de suelos		X	
B. Acidificación			X
C. Salinización			X
D. Generación de pantanos			
E. Problemas de drenaje			
5. Sobre vegetación y fauna			
A. Pérdida de la biodiversidad	X		X
B. Efectos sobre especies endémicas			
C. Efectos sobre especies protegidas			
6. Sobre población			
A. Pérdida de base de recursos		X	
B. Pérdida de recursos arqueológicos			
C. Traslado de población			
7. Otros			
A. Pérdida de paisaje	X		X

Con estos análisis se logró determinar que el cultivo de *Jatropha curcas* no genera un alto impacto ambiental, esto debido a que dicha planta se encuentra de manera natural en la zona y por sus características es capaz de crecer en condiciones que serían desfavorables para muchas otras plantas. Ejemplo de ello es que tiene la característica de poder crecer en lugares secos y muy secos y asimismo ayuda como regenerador natural del suelo, atributo que favorece su cultivo sobre otras plantas que son utilizadas para la misma finalidad, como la caña de azúcar y la palma africana, las cuales necesitan de altas cantidades de agua para su crecimiento.

6.1.1 Sistema hídrico

En caso de que la siembra de *Jatropha curcas* y generación del biodiésel se realice a gran escala, se puede presentar un impacto severo principalmente en el tema del consumo de agua y en el sistema edáfico debido a la degradación del suelo. Cabe mencionar que *Jatropha curcas* tiene raíces profundas, por lo que el riego puede ser hecho por el método de goteo con intervalos de 20 a 30 días. Por ello, en la finca “San Francisco Las Canoas” se utiliza este método de riego, por ser uno de los más eficientes en cuanto al consumo de agua.

Para poder generar una evaluación completa de cultivo, es necesario investigar el ciclo de vida de la planta analizando todas las entradas y salidas, así como también las interacciones. Esto debido a que, en la interacción ambiental, principalmente, se debe identificar la cantidad de agua a consumir; sin embargo, como se mencionó anteriormente, la planta no requiere grandes cantidades de agua para su crecimiento, en comparación con otros cultivos que puedan tener la misma finalidad.

Así mismo, se debe mencionar la resistencia de *Jatropha curcas* a ser regada con agua salobre. Si bien no se ha logrado estimar de manera exacta la razón de litros de agua que se utilizan durante todo el proceso para la generación del biocombustible proveniente de *Jatropha curcas*, mediante evaluaciones realizadas en campo, se pudo estimar una razón aproximada de 14:1; es decir, que se necesitan aproximadamente 14 litros de agua

por cada litro de biocombustible generado. Cabe mencionar, que este dato es altamente variable dependiendo de las condiciones en las que se genere el biocombustible.

Es importante destacar que, en el cálculo anterior, se estimó una porción a la evapotranspiración que puede suceder; esto se debe comparar con otros productos que se generan, en la actualidad, a gran escala como es el caso del etanol producido a base de maíz, el cual se estima que, por cada 1,081 litros de agua, se genera un litro de etanol. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO- en su estudio Bioenergía y Seguridad Alimentaria Evaluación Rápida, indica que, si la zona de cultivo satisface mediante lluvia las necesidades de agua de la planta, se debe disminuir un 8% el total de agua determinado.

Por lo anterior, en el caso de la finca “San Francisco Las Canoas”, el dato de 14 litros varía, convirtiéndose en 12.88 litros de agua, principalmente por las lluvias en el área de la boca costa guatemalteca, lugar donde se encuentra la plantación.

En esta área las lluvias son constantes, lo cual contribuye al riego de la planta removiendo, de esta manera, parte de la irrigación generada por la finca. Según datos obtenidos por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH- en el área de la boca costa guatemalteca pueden oscilar precipitaciones entre 271 a 500 mililitros, pero esto se ha incrementado con el paso de los años. La finca “San Francisco Las Canoas”, se encuentra localizada en una zona altamente propensa a inundaciones, por ello se conoce al área como “Las Canoas”, pues en años anteriores el lugar ha sufrido de inundaciones que han afectado especialmente al sector productivo.

Así mismo, se deben evaluar las aguas de tipo residual que se generan por parte de la finca y su tratamiento, perteneciendo en este momento a la clasificación de aguas ordinarias, ya que son generadas principalmente por el uso de baños y limpieza de las instalaciones. El agua obtenida por la finca, es de pozos de los que se extraen 1,892 litros/minuto, lo cual satisface por completo las exigencias de agua de la finca.

En cuanto a los cálculos, se estimó que al día se utiliza un caudal aproximado de 175 litros/persona/día, para un total de 700 litros/trabajadores/día. El agua utilizada se trata por medio de fosas sépticas y pozos de absorción, esto debido a que en la zona donde se encuentra la finca no existe un sistema de drenajes por lo que, en este caso, el uso de estos métodos resulta efectivo evitando la contaminación del manto freático o de cuerpos de agua cercanos.

Se debe señalar que parte importante de la generación del biocombustible es el proceso de transesterificación, el cual se considera que tiene un impacto bajo ya que no hay excedentes de metanol durante la producción del biodiésel. En cuanto al filtrado, este tampoco resulta nocivo para el medio ambiente existiendo diversas formas para realizarlo, como es la sedimentación o el hervido en 20% de agua/cantidad total de biocombustible a filtrar.

Es importante señalar que el biodiésel no contamina fuentes de agua superficial ni acuíferos subterráneos, por lo que el derrame o fuga de estos no genera altos niveles de contaminación como los combustibles fósiles, sin embargo se debe tener precaución con su traslado y almacenamiento.

6.1.2 Factores bióticos

Jatropha curcas como cultivo, es una opción factible, no solamente porque es originaria de Guatemala sino también porque que no resulta nociva y no afecta a otras especies, como lo haría la introducción de alguna especie al país, como sucedió con la siembra de la palma africana. Así mismo, su interacción con otras especies de flora es posible, por lo cual es viable que se cultive en conjunto con otros árboles o plantas como, por ejemplo, el árbol de mango.

Con respecto a la fauna de la zona el impacto es moderado, a pesar de que el área donde se encuentra la finca, ha tenido como principal función ser un área habitacional y de cultivos, por lo cual la cantidad de fauna ha sufrido disminución en comparación con áreas 100% boscosas. Sin embargo, debido a los árboles existentes en la finca “San Francisco Las Canoas”, se presenta gran variedad de aves, reptiles e insectos los cuales son compatibles con el cultivo.

Como se presenta en la figura 11, el cultivo de *Jatropha curcas* permite la coexistencia de ganado vacuno para un mejor aprovechamiento del área. Los desechos generados por estas especies resultan beneficiosos, ya que actúan como abono permitiendo un cultivo con mejor calidad y mayor crecimiento.

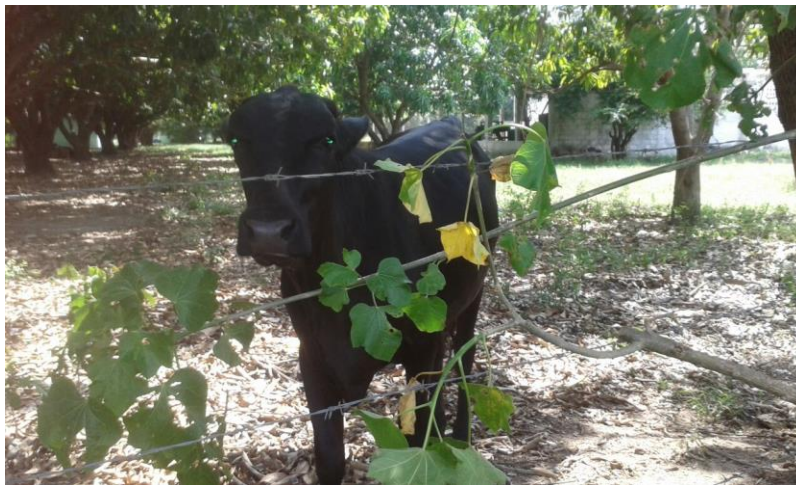


Figura 11. Especies vacunas coexistiendo con *Jatropha curcas* en finca “San Francisco Las Canoas”.

En la actualidad se conoce que la población de abejas ha disminuido a nivel mundial y si éstas llegaran a extinguirse, afectaría a la raza humana de manera directa; sin embargo, en las áreas donde se cultiva *Jatropha curcas* existen poblaciones de abejas, pues la productividad de la planta aumenta con la presencia de éstas, debido a que la polinización de las flores es cruzada, siendo esto un impacto positivo para el medio ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO- (2008) indica que la polinización cruzada es el transporte del polen de una planta a otra. Esto sucede cuando los sexos masculino y femenino no se encuentran en la misma planta por lo que se necesita una gran población de insectos, en especial abejas, para el intercambio del polen desde las hileras de plantas masculinas hasta las hileras de plantas femeninas.

6.1.3 Sistema edáfico

Se debe de evaluar la condición de erosión. Aunque el impacto es moderado, es adecuado realizar evaluaciones constantemente y generar métodos de protección del suelo. Dicho esto, se recomienda sembrar algunos árboles de *Jatropha curcas* para que se constituyan en barreras corta vientos y evitar así, la degradación del suelo. Es importante monitorear continuamente los niveles de erosión, ya que estos pueden afectar tanto a la planta como al ambiente.

Los desechos generados por la finca “San Francisco Las Canoas” durante todo el proceso de producción de biocombustible, se identifican con un impacto moderado. Para ello, se realizó una caracterización de los desechos con lo cual se determinó que la mayor parte de estos son de tipo orgánico (73%), de los cuales algunos son generados por los trabajadores como resultado de residuos alimenticios.

Es importante mencionar que si se realiza algún corte de los cultivos de *Jatropha curcas*, todos estos desechos de tipo orgánico pueden transformarse en abono mediante el uso de lombricompost.

En cuanto a los desechos de tipo inorgánico, estos se presentan en baja cantidad, de la siguiente manera: plástico (19%), papel (5%), aluminio (2%) vidrio (1%), desechos peligrosos y metales (0%). En el caso del plástico, se recolectó en su mayoría botellas de agua, así como también bolsas y plástico para tapar alimentos. Se recomienda que, para un mejor tratamiento de estos se separen y vendan, para que pueda servir como un ingreso extra para la finca. En cuanto al papel, que se establece con el segundo porcentaje más alto, lo constituyen hojas de procedimientos o información de la finca “San Francisco Las Canoas”.

Este papel, puede reciclarse de diferentes maneras, siendo la más eficiente la reutilización, es decir, utilizar ambos lados de las hojas y al momento de reciclar dichas hojas se recomienda que estas no se encuentren arrugadas.

El aluminio y vidrio se presentaron en menor cantidad. En el caso del aluminio, lo constituían principalmente bolsas de frituras y en el caso del vidrio, éste se encontró en forma de botellas.

Es de suma importancia mencionar que el proceso de generación de biocombustible no genera desechos especiales que sean altamente contaminantes. En la zona, no existe la presencia de sistemas de recolección de desechos, por lo que la población acostumbra a quemar o enterrar estos desechos, para lo cual se recomienda establecer otros métodos de tratamiento. En cuanto al derrame de biocombustible o fuga de éste, cabe mencionar que el biodiésel se degrada de 4 a 5 veces más rápido que los combustibles fósiles y puede ser usado como solvente para limpiar derrames de diésel fósil.

6.1.4 Sistema atmosférico

En cuanto al análisis del cultivo al momento de la siembra, éste presenta un impacto negativo de mínimo a moderado en la atmósfera. Esto se debe a que, durante el proceso de siembra se pueden elevar algunas partículas de tierra en el momento en el que se hacen los agujeros para poder sembrar las plántulas o semillas en los casos que se requiera.

Es recomendable que al momento de abrir dichos agujeros, se riegue la tierra constantemente pues al estar húmeda, no desprende tantas partículas como cuando se encuentra completamente seca. Así, el impacto negativo no es tan significativo, pues estas partículas no solo tienen un efecto nocivo para el ambiente, debido a que si las partículas son muy pequeñas pueden afectar la radiación de la luz a la tierra, sino también generan daño a la salud de la población cercana o de los trabajadores. Dicho esto, es importante que este proceso se realice con precaución para no elevar grandes cantidades de tierra.

Por otra parte, al momento de evaluar el impacto de utilizar biodiésel proveniente de *Jatropha curcas*, se presenta un impacto positivo, ya que, con el uso de biocombustibles la cantidad de gases de efecto invernadero, en su mayoría CO₂ y óxidos de azufre, emitidos a la atmósfera son menores en comparación con los combustibles fósiles.

Otro impacto positivo es que por el método natural de fotosíntesis de todas las plantas, ésta proporciona O₂ a la atmósfera y captura CO₂; lo que resulta beneficioso para la producción y utilización de biocombustibles ya que las emisiones de CO₂ que se generan al momento de quemar el biodiésel en los vehículos, se compensan con el CO₂ que se captura durante la fase de crecimiento de la planta, es decir, que solamente se utilizan las semillas que proporciona *Jatropha curcas* y el resto de la planta sigue absorbiendo CO₂ durante toda su vida útil, convirtiéndose en una fuente de energía limpia, renovable y de calidad representando una alternativa a los combustibles fósiles.

Referente al tema de emisión de gases de efecto invernadero que se emiten a la atmósfera durante el ciclo de vida de generación y uso del biocombustible proveniente de *Jatropha curcas*, los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero y óxidos de azufre son considerados bajos en comparación con los gases que se emiten durante el ciclo de vida de un combustible fósil, siendo estos últimos altamente contaminantes.

Dicho lo anterior, se estima que una hectárea de *Jatropha curcas* puede llegar a capturar un aproximado de 25 toneladas de CO₂ al año, lo que contribuiría a mejorar las condiciones ambientales del país de manera directa, favoreciendo principalmente a los bosques de Guatemala, pues como se sabe, en la actualidad están siendo altamente amenazados principalmente por la tala ilegal.

Al evaluar los aspectos de contaminación auditiva, se logró determinar que el mayor generador de sonido es la extrusora la cual se utiliza al momento de extraer el aceite de las semillas de *Jatropha curcas*, sin embargo, el ruido que ésta emite no afecta a la comunidad cercana ya que no sobrepasa los 90 decibeles permitidos.

Sin embargo, como se muestra en la figura 12 la maquinaria se encuentra en un lugar encerrado con la finalidad de no afectar los alrededores, pero si en caso se necesitara disminuir en algún momento los sonidos emitidos durante el proceso de extracción, se podrán tomar medidas como la construcción de un área aislante de sonido.



Figura 12. Extrusora de semillas de *Jatropha curcas*, situada en un espacio específico para no afectar a la comunidad cercana.

Actualmente, los trabajadores de la finca “San Francisco Las Canoas” no utilizan la maquinaria durante todo el día y como se estableció anteriormente, el ruido no sobrepasa los límites permisibles. En todo caso, se recomienda el uso de protección industrial como son los taponos de oídos cuando la maquinaria opere.

Es importante señalar que otro de los beneficios de los árboles de *Jatropha curcas* es que actúan como barreras naturales, impidiendo el paso de sonido y reduciendo aún más la contaminación auditiva generada por la extrusora.

6.2 SOCIAL

6.2.1 Percepción Ciudad de Guatemala

6.2.1.1 Conocimiento y uso del biodiésel

Según las entrevistas realizadas a personas de la Ciudad de Guatemala, dentro de un rango de 18 a 60 años de edad, principalmente aquellos que utilizan vehículos, se determinó que el 97% de la población entrevistada sí aceptaría el uso de biocombustible proveniente de *Jatropha curcas*, en lugar de los combustibles fósiles utilizados en la actualidad en el país, con la finalidad de reducir costos (figura 13). Sin embargo, aún existe un nivel muy alto de desconfianza con el uso de biocombustible proveniente de *Jatropha curcas*. Esto puede suceder principalmente por el poco conocimiento que existe sobre las energías renovables, ya que solamente un 27% de la población entrevistada confía en un producto de esta naturaleza tal como se muestra en la figura 14.

Por ello, es de suma importancia generar más educación ambiental, para que la población conozca los beneficios del uso de energías más limpias, evitando así que la población las utilice solo con la finalidad de reducir costos, y en su lugar se usen con la idea de ayudar al medio ambiente.

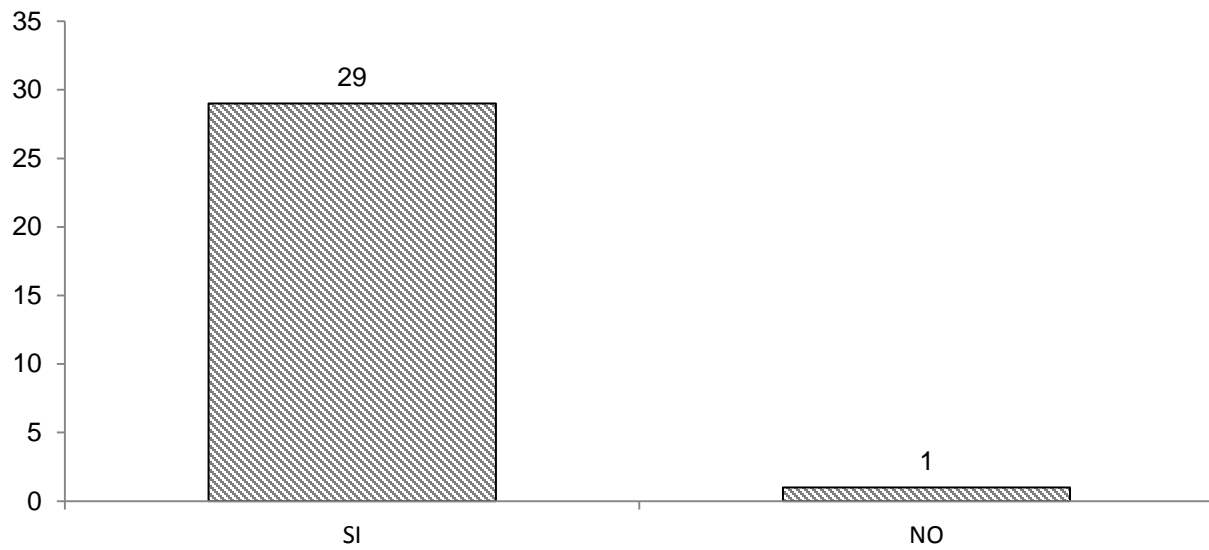


Figura 13. Predisposición hacia el uso de biocombustibles.

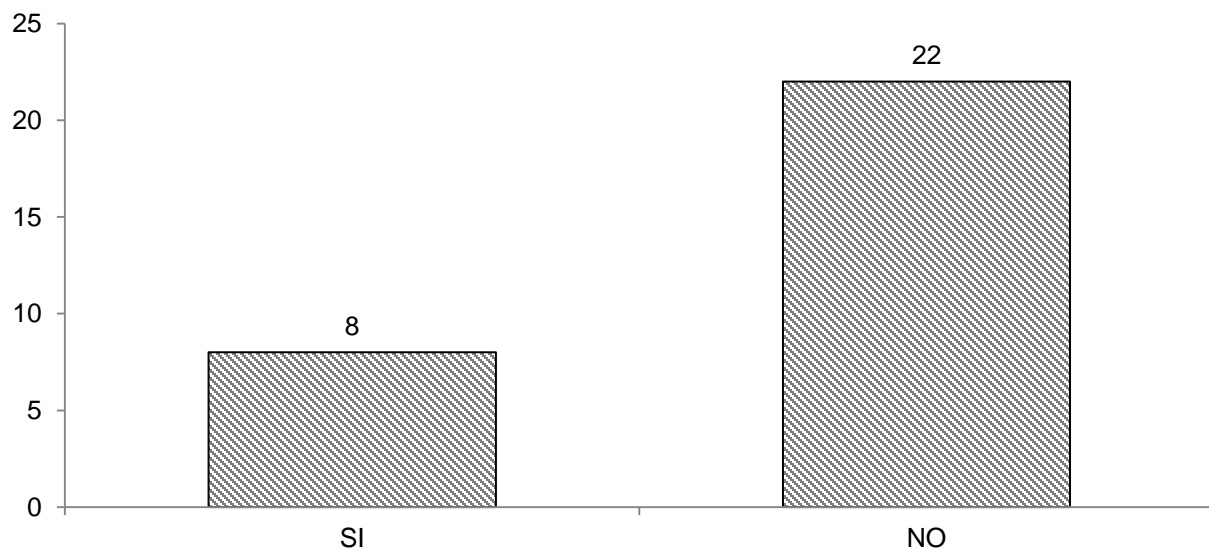


Figura 14. Nivel de confianza de la población de la ciudad de Guatemala en el uso de biocombustibles.

6.2.1.2 Modificaciones a vehículos

Debido al poco conocimiento que existe sobre el biocombustible de *Jatropha curcas*, el 77% de la población entrevistada consideró que, si se quería utilizar este biodiésel, sería necesaria la modificación del motor de sus vehículos, para que estos pudieran funcionar con biodiésel como se demuestra en la figura 15.

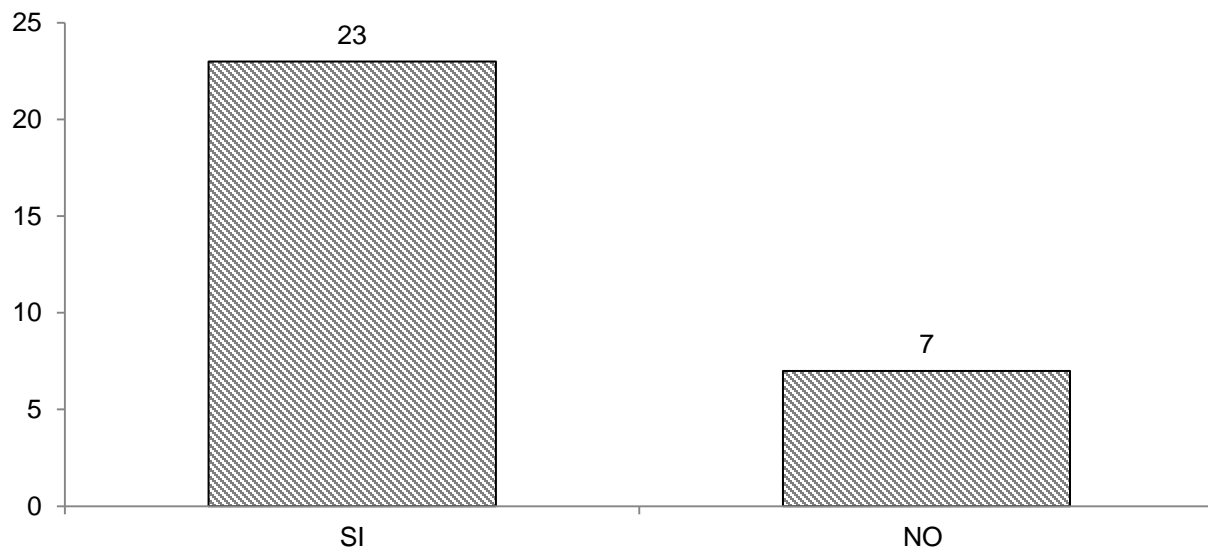


Figura 15. Predisposición a realizar modificaciones al motor para usar biodiésel.

Como se indica en el cuadro 5, según el reporte del Registro Fiscal de Vehículos de la Superintendencia de Administración Tributaria –SAT–, para mayo del 2017 el parque vehicular en el país es de 3,369,900 vehículos, teniendo los valores más elevados las motocicletas, con la cantidad de 1,288,948 y posteriormente se encuentran los automóviles con 746,796, siendo el total de ambos 2,035,744 logrando estos el 60% del parque vehicular en total.

Cuadro 5. Parque vehicular en Guatemala, mayo 2017.

Parque Vehicular por Tipo de Vehículo		
Hasta mayo 2017		
Dato	Valor	%
Motocicletas	1,288,948	38.25
Automóviles	746,796	22.16
Pick Up	591,516	17.55
Camionetas, Camionetillas y Paneles	397,689	11.80
Camiones, Cabezales y Transporte De carga	156,704	4.65
Autobuses, Buses, Microbuses	116,318	3.45
Furgones y Plataformas	27,465	0.82
Jeep	21,424	0.64
Otros	11,071	0.33
Carretas, Carretones, Remolques, etc.	9,886	0.29
Grúas	1,070	0.03
Tractores y Mini tractores	1,013	0.03
TOTAL	3,369,900	100.0

(SAT, 2017).

Cabe mencionar en este aspecto, que los automóviles generalmente son capaces de soportar un 10% (B10) de biocombustible, el cual se puede mezclar con un 90% de diésel proveniente de petróleo, aunque es recomendable comenzar con porcentajes bajos de introducción del uso de biodiésel como con porcentajes de B2 o B5 (2% o 5%); aún con esta pequeña cantidad, el biodiésel oxigena el combustible proveniente de petróleo y cumple la función de reducir las emisiones de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

Existen pruebas en automóviles que pueden soportar 100% de biodiésel, como se demostró en las pruebas con *Jatropha curcas* realizadas en la finca “San Francisco Las Canoas”, brindando un resultado positivo.

Se debe destacar que, para el uso de biodiésel, los automóviles deben tener motor diésel para que su funcionamiento sea adecuado, sin embargo, los motores de gasolina pueden funcionar con biodiésel como aditivo y de esta manera mejorar sus propiedades.

Un problema que puede generarse al momento de implementar el uso de porcentajes de biocombustibles en Guatemala, es la variedad de modelos en vehículos que existen, siendo algunos muy antiguos los cuales pueden verse afectados, hasta cierto punto, al momento de hacer el cambio de diésel a biodiésel en porcentajes muy altos.

Desde mediados de los años noventa, los materiales de la bomba de combustión de los automóviles han buscado ser más resistentes, por lo cual es muy baja la probabilidad de que muchos vehículos se vean afectados por el uso de biodiésel proveniente de *Jatropha curcas*. Los vehículos europeos y los ensamblados en Brasil, por su parte, son compatibles con el uso de biodiésel razón por la que no sería necesaria ninguna modificación de motores.

En cuanto a las entrevistas realizadas se demostró que un 73% la población, se presenta dispuesta a realizar la modificación de su motor, si fuera necesario, como se muestra en la figura 16, indicando principalmente que lo realizarían como medida para reducir costos a futuro; sin embargo, con las cantidades de B2 (2%), B5 (5%) o máximo B10 (10%) que se piensa utilizar, la modificación del motor no sería necesaria, solamente si se quiere llegar a utilizar biodiésel puro B100 (100%), sería necesario sustituir el caucho natural, si en caso el automóvil lo tuviese.

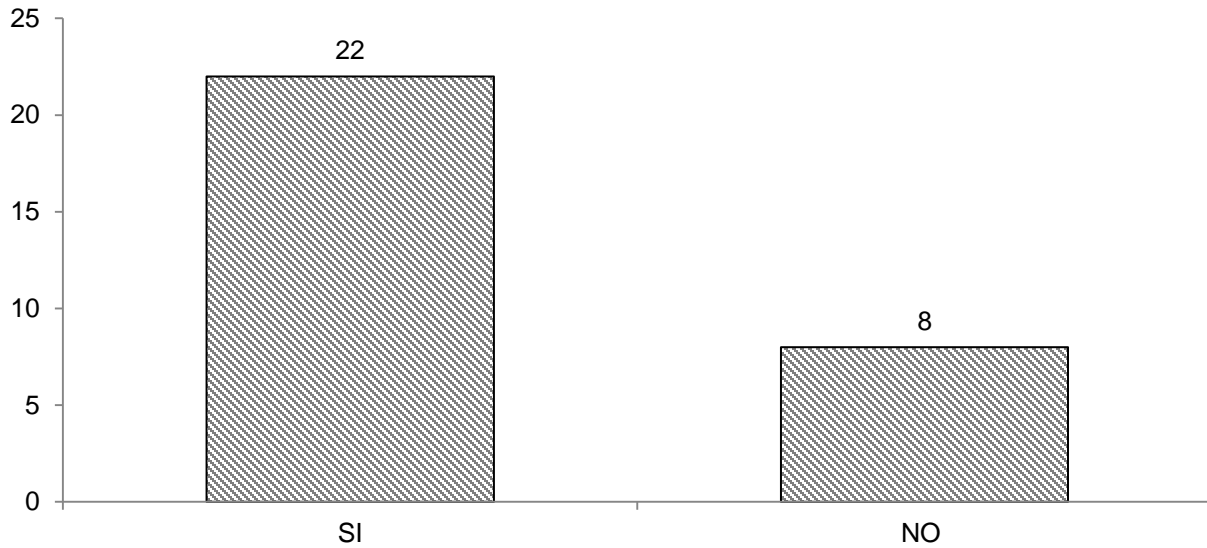


Figura 16. Predisposición a invertir en modificación a vehículos.

Recientemente se realizó una prueba en la finca “San Francisco Las Canoas” donde a un pick-up se le implementó B80 (80%) con el biodiésel de *Jatropha curcas* generado dentro de la finca y, el resultado fue positivo, disminuyendo la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmosfera. Así mismo, su cantidad energética se logró comparar directamente con la energía proporcionada por combustibles fósiles.

En general, se logró determinar que la población en la Ciudad de Guatemala, que es el área con mayor cantidad de vehículos, siendo estos 1,500,585 como se indica en el cuadro 6, tiene un nivel de incertidumbre por el uso de biodiésel proveniente de *Jatropha curcas*.

Esto debido a varios factores, pero principalmente por el poco conocimiento que existe sobre este tipo de productos en el país. De igual manera, parte de la población indicó su desconfianza con respecto a que Guatemala nunca se ha caracterizado por ser generador de combustibles, lo cual se relaciona directamente con la desinformación, ya que en el país se han implementado proyectos, principalmente con etanol y han dado resultados positivos.

Cuadro 6. Parque vehicular por Departamento, mayo 2017.

Parque Vehicular por Departamento Mayo 2017		
Dato	Valor	%
Guatemala	1,500,585	44.5
Quetzaltenango	228,894	6.8
Escuintla	217,039	6.4
San Marcos	147,273	4.4
Huehuetenango	109,554	3.3
Chimaltenango	102,550	3.0
Peten	100,902	3.0
Izabal	100,846	3.0
Jutiapa	100,158	3.0
Suchitepéquez	90,768	2.7
Zacapa	79,669	2.4
Chiquimula	77,177	2.3
Santa Rosa	75,677	2.2
Retalhuleu	73,518	2.2
Quiche	66,734	2.0
Sacatepéquez	59,152	1.8
Alta Verapaz	52,886	1.6
Jalapa	46,741	1.4
Baja Verapaz	38,418	1.1
Totonicapán	37,818	1.1
El Progreso	37,342	1.1
Sololá	26,199	0.8
TOTAL	3,369,900	100.0

(SAT, 2017)

Pese a lo anterior, la población está dispuesta a experimentar el biodiésel de *Jatropha curcas*, si este tiene un precio menor a los combustibles fósiles. Asimismo, estarían dispuestos a realizar modificaciones al sistema de combustión de los vehículos, si fuera necesario, es importante mencionar que, para la población guatemalteca, encuentra como prioridad la reducción de costos y posteriormente la protección y cuidado del medio ambiente mediante el uso de energías más limpias.

6.2.2 Percepción Comunidad El Jobito

En cuanto a las entrevistas realizadas en la comunidad El Jobito, se busca la opinión de la población sobre las ventajas del cultivo de *Jatropha curcas* en el municipio de Chiquimulilla, del departamento de Santa Rosa, pues es donde se está llevando a cabo el proyecto de cultivo y generación del biodiésel.

6.2.2.1 Mejora en la calidad de vida

Los habitantes del área, conoce el proyecto por lo que una gran parte de la población entrevistada considera que si se fomenta la producción de *Jatropha curcas* puede llegar a generar beneficios, principalmente en el factor trabajo y accesibilidad a la comunidad El Jobito, ya que el único acceso que existe para dicha comunidad y para la finca “San Francisco Las Canoas”, se encuentra en pésimas condiciones debido a que es de terracería y el acceso es complejo como se visualiza en la figura 17. Por esta razón, es que la población considera que, al fomentar el trabajo en la zona, las mejoras se pueden realizar y así, ayudar a las familias aledañas a la finca.



Figura 17. Camino de acceso a comunidad “El Jobito” y finca “San Francisco Las Canoas”.

La población de la comunidad El Jobito, se enfoca principalmente en el mercado interno, por la misma situación de complejidad de acceso a la zona. Pero también se indica que muchos hombres y mujeres de la zona, se han visto en la necesidad de viajar a la capital o incluso al exterior, en busca de trabajo.

Por lo anterior, el 90% de las personas entrevistada, como se expone en la figura 18, indicaron que la siembra del cultivo puede contribuir a generar empleos fijos y evitar que las personas deban buscar ocupación en otras áreas del país y de esta manera poder laborar cerca de su vivienda y permanecer junto a su familia en busca de mejorar su calidad de vida.

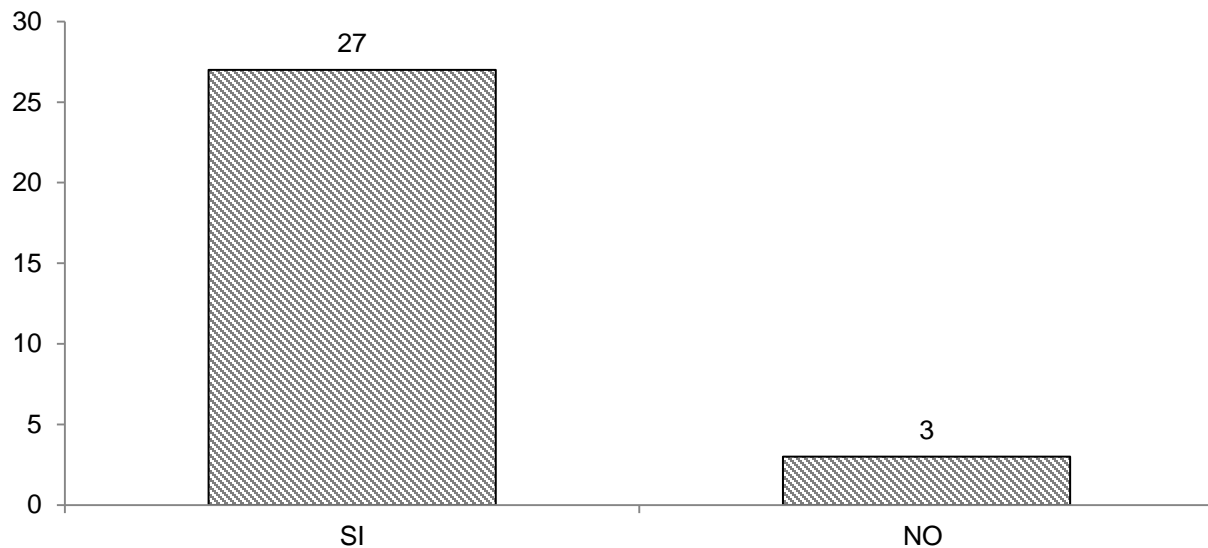


Figura 18. Percepción de beneficios si se fomenta la producción de *Jatropha curcas*.

Las personas en la comunidad, están familiarizadas y conocen a la perfección el cultivo de *Jatropha curcas*, ya que como es originario de la zona ellos lo han utilizado durante años como barreras naturales o para la elaboración de medicamentos. Por esta razón, la población considera que tiene la experiencia para poder sembrar y cultivar esta planta y de esta manera, generar empleo en su comunidad.

Como muestra la figura 19, el 90% de la población entrevistada, considera que el cultivo de *Jatropha curcas* puede mejorar la calidad de vida de las personas en la comunidad, si se comienzan a obtener ingresos por la producción de biodiésel; ya que, al fomentar el trabajo en la zona, automáticamente aumentaría la calidad de vida de los habitantes. A pesar de que Santa Rosa no es uno de los departamentos con mayor analfabetismo del país, con una tasa de 20.11, aún se deben realizar ciertas mejoras.

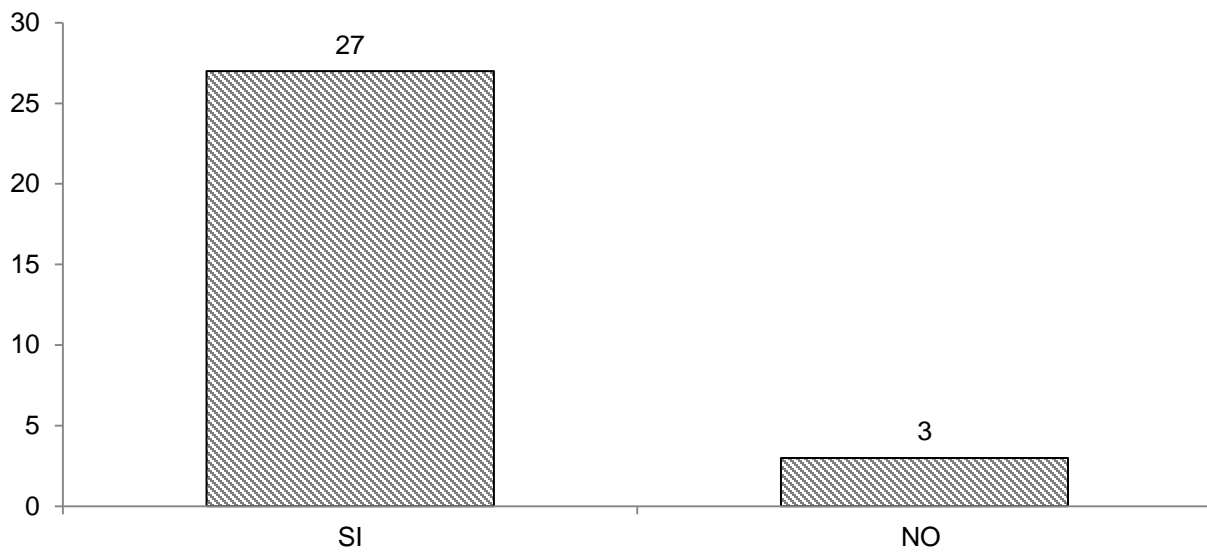


Figura 19. Mejora de la calidad de vida de la población.

6.2.2.2 Generación de empleo y educación

El 97% de la población entrevistada indicó, como se observa en la figura 20, que las mejoras en la calidad de vida pueden realizarse si aumenta el empleo, ya que, si hay oportunidad de empleo, los niños pueden asistir a la escuela lo que lograría una mejora en la calidad de vida y un mejor futuro para los habitantes de la comunidad.

De igual manera, la población que tiene la edad para trabajar, indicó como se enseña en la figura 21, que muchos de ellos no tuvieron la oportunidad de poder estudiar, sin embargo, les gustaría poder tener más capacitaciones, pero debido a las condiciones económicas, las posibilidades se les limitan. Por ellos es que el 83% de la población entrevistada indicó que se puede generar educación y capacitación poblacional al momento de establecer el proyecto en la zona.

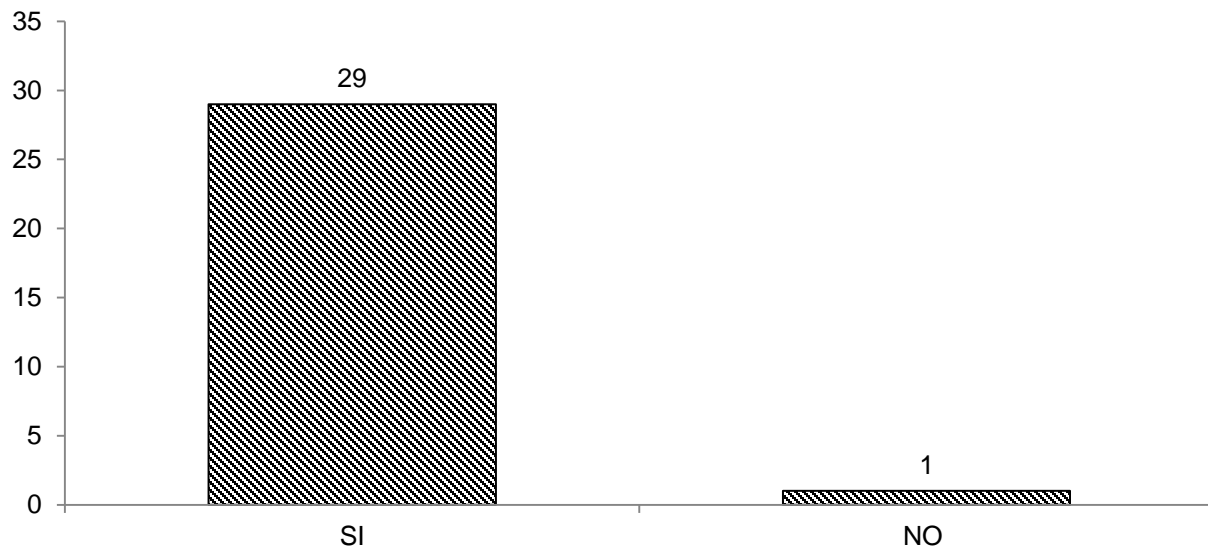


Figura 20. Generación de empleo.

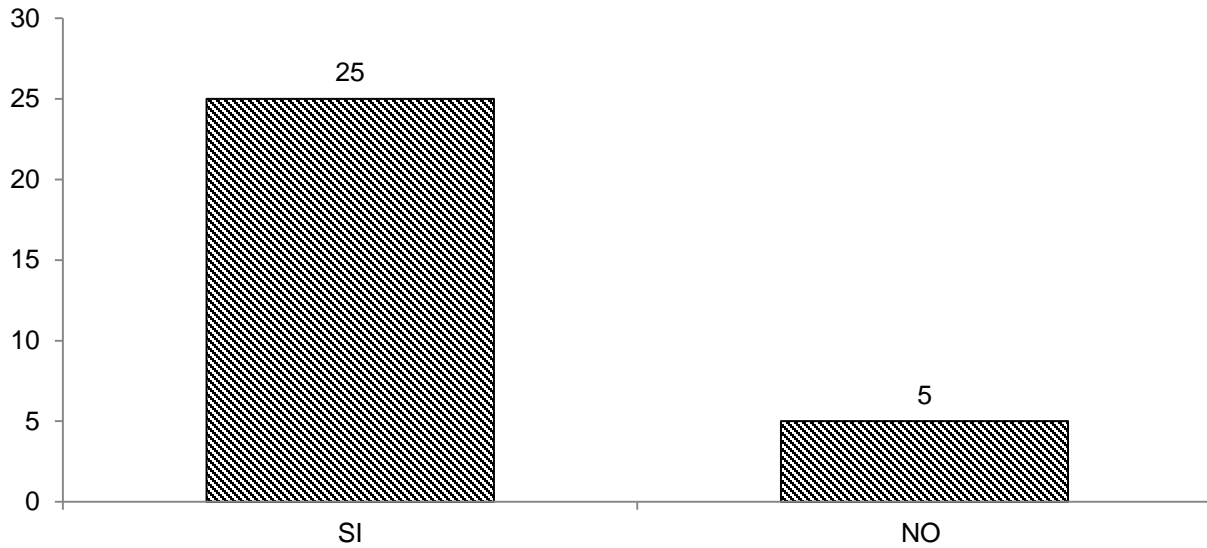


Figura 21. Generación de educación y capacitación poblacional.

6.2.3 Socialización del producto

En este momento, por encontrarse como un proyecto piloto, la generación de biodiésel a partir de *Jatropha curcas* no genera un alto ingreso para la zona, pero la finca “San Francisco Las Canoas” sí cuenta con empleados de la comunidad El Jobito, quienes son los encargados de las siembras y el cultivo.

Sin embargo, cuando las actividades aumenten y a medida que el proyecto empiece a ser reconocido y aprobado por las poblaciones aledañas, se tiene previsto emplear a más personal de la comunidad, buscando mejorar la calidad del área.

Por ello, en la finca “San Francisco Las Canoas”, se han preocupado por tener contacto y comunicación con las poblaciones aledañas, para crear un sentido de pertenencia y que el proyecto no sea visto como una amenaza.

Es de vital importancia la educación igualitaria, principalmente si se piensa fomentar un proyecto que puede ser innovador en el país. Si la población conoce el proceso de elaboración del biodiésel proveniente de *Jatropha curcas*, incluyendo todo el ciclo de vida, entonces se tendrá mayor confianza en el producto.

Se debe enfatizar, al momento de la socialización del producto, que *Jatropha curcas* es originaria del país, buscando utilizar los recursos que este brinda, de manera natural y sin tener que afectar al medio ambiente mediante la introducción de nuevas especies. Se debe destacar que el uso de biocombustibles puede beneficiar al medio ambiente, ya que los vehículos que utilicen biodiésel de *Jatropha curcas* pueden verse beneficiados, mejorando su ignición y lubricidad en los motores lo que puede contribuir a aumentar la durabilidad de estos, aun cuando se utilicen cantidades bajas entre B2 y B10, por ejemplo.

Pero dicho biocombustible, no solamente tiene beneficios para los vehículos, es importante señalar que el uso de biodiésel de *Jatropha curcas* reduce las emisiones de CO₂ y las partículas de polvo emitidas a la atmósfera en más de un 50%. Ya que, no contiene sulfuro, benceno y aromatizantes potencialmente cancerígenos como los que pueden incluir los productos provenientes del petróleo.

Actualmente, la situación mundial se ve afectada principalmente por la contaminación, la cual no solo afecta al medio ambiente, sino que también afecta directamente la estabilidad humana.

Es por esta razón, que se deben buscar soluciones que no generen mayores cantidades de contaminantes, pues una gran porción de los gases de efecto invernadero encontrados en la atmósfera, son producto de las emisiones generadas por los vehículos; estas emisiones son la causa de una gran variedad de enfermedades, por lo que el uso de energías más limpias puede contribuir al bienestar ambiental, así como al social.

6.3 INSTITUCIONAL

6.3.1 Entrevista a las instituciones

Se efectuaron entrevistas a entidades estatales, específicamente a los ministerios siguientes: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, Ministerio de Energía y Minas –MEM- y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-. Dichos ministerios se encuentran involucrados, de distinta manera, en proyectos de generación y uso del biodiésel proveniente de *Jatropha curcas*. El MARN se encuentra relacionado, ya que por ser el biodiésel un tipo de energía renovable poco contaminante, contribuye al ambiente en cuanto a la disminución de gases de efecto invernadero; el MEM debido a que es el ministerio encargado de regular la generación energética y el MAGA conoce el territorio y las características de *Jatropha curcas* y los beneficios o impactos que éste puede tener en el suelo guatemalteco cultivándose a gran escala.

Con base en las entrevistas realizadas (ver anexo 7), se determinó que no existen normativas que regulen el proceso de producción de biodiésel a partir de *Jatropha curcas*, representando esto un problema grave para Guatemala. Por ello, se deben establecer las normas para la producción y uso de los biocombustibles desde la perspectiva social, ambiental y económica del país.

Cabe mencionar que, en países como Honduras, Costa Rica y El Salvador, existen normativas legales para la producción y uso de biocombustibles.

6.3.2 Normas y legislación Nacional

En Guatemala solo existe el decreto 17-85 que indica, únicamente, que toda la gasolina debe estar mezclada con un mínimo de 5% de alcohol, siendo una perspectiva muy limitada, pues deja por un lado el uso y producción de biodiésel, es decir, se orienta al uso de la mezcla de combustibles con etanol y no con aceites, como lo es el producido con el proceso de transesterificación que proporciona aceite.

Dicha ley se orientó, no a diversificar la matriz energética, sino a proponer una mezcla para la gasolina, la que de hecho, en la actualidad no se aplica ordinariamente.

Sin embargo, en el segundo eje de la Política Energética 2013-2027, relacionado con la seguridad de abastecimiento de combustibles a precios competitivos, se contempla como meta lograr la aprobación de leyes y reglamentos que regulen la explotación, uso y comercialización de gas natural y biocombustibles. De igual manera, la Agenda Nacional de Competitividad 2012-2021, establece que el sector energético deberá desarrollar normativas para el uso general de biocombustibles, así como, revisar la ley de alcohol carburante misma que se encuentra obsoleta para la realidad actual.

El proceso de transesterificación es uno de los más importantes al momento de la realización del biodiésel de *Jatropha curcas*, pero de igual manera, las autoridades entrevistadas indicaron que no existen regulaciones específicas para el proceso este proceso justificándose que el tema de biocombustibles es considerado como novedoso por lo cual no se han podido establecer medidas que controlen los biocombustibles provenientes de aceites de manera directa. Lo anterior revela un vacío legal, ya que este proceso es el que constituye la base para la producción del aceite necesario para generar biodiésel, y que el mismo cuente con la calidad óptima para que cumpla con las demandas energéticas.

Por lo anterior, es importante la regulación de este proceso ya que, con él, se establecen las características óptimas como medios de producción eficientes del biodiésel, estableciendo primordialmente los catalizadores que se utilizarán para cada mezcla de biocombustibles.

Se deben aumentar las regulaciones, por parte de las instituciones, al momento de realizar experimentos genéticos para la mejora las características de la planta, en este caso, se busca que *Jatropha curcas* presente floración más rápida y menores niveles de toxicidad.

En cuanto a la pregunta realizada sobre incentivos que se brinden a empresas que generen biocombustibles, se indicó que los mismos no existen, ya que estos solamente se promueven para las hidroeléctricas, debido a que éstas son una de las fuentes más importantes de generación eléctrica para el país. Las autoridades a las que se les encuestó coincidieron en que al tema de los biocombustibles no se le ha prestado la atención que merece, pero reconocen la importancia de generar alguna Ley que promueva la generación de biocombustibles como también que los regule directamente.

Esta es la única manera en la cual los usuarios pueden llegar a confiar en los biocombustibles y las empresas generadoras se pueden ver beneficiadas mediante el control de sus procesos por parte del ente regulador, en este caso el Ministerio de Energía y Minas, así como brindarles beneficios por la generación de un tipo de combustible menos dañino para el medio ambiente.

Como respuesta a la pregunta de si existía alguna posibilidad de desplazamiento de cultivos tradicionales, se indicó que esta posibilidad siempre se encuentra latente al momento de generar este tipo de proyectos y se mostró como principal ejemplo el caso de la palma africana en el área de Petén.

Cabe mencionar, que la palma africana en la actualidad sólo se le utiliza como generadora de aceite alimenticio, no con la finalidad de generación de biocombustible, aunque se piensa que en algún momento se podrían fomentar proyectos de esta índole.

Al realizar un cultivo a gran escala, para la generación de biocombustible, será necesaria la sustitución de otros cultivos, principalmente cultivos tradicionales. Asimismo, es importante mencionar que el área de Santa Rosa es muy rica en agua y con tierra que se puede considerar de buena calidad, por lo cual establecer este tipo de proyectos, de generación de biocombustible, en la zona sería factible. Entre los principales productos agrícolas que se cultivan en esta zona, se pueden mencionar: café, caña de azúcar, maíz, frijol, arroz, papa, ajonjolí, maicillo, algodón, tabaco cebolla, aguacate, tomate y piña.

Previo a que se estableciera la finca “San Francisco Las Canoas”, con la producción de biodiésel, esta área estaba enfocada en el cultivo de café, pero debido a las afecciones que atacaron el cultivo, específicamente la roya y el ojo de gallo, los agricultores de la zona abandonaron el café debido a las pérdidas que esto les estaba generando. Luego, llegaron otros dueños, los cuales derribaron los pocos árboles de café que quedaban sanos para reemplazarlos por otro cultivo.

Posteriormente, cuando la finca se estableció en el área, ésta se encontraba solamente con una gran cantidad de malezas, las cuales se caracterizaban por ser gramíneas o arbustos que eran altamente resistentes y de crecimiento rápido y que lograron sobrevivir en las condiciones desfavorables en las que se encontraba la finca en dicho momento.

En función de lo sucedido anteriormente, no puede dictaminarse que haya habido un desplazamiento de cultivo; sin embargo, al momento de generar este proyecto a gran escala, algunos cultivos tradicionales si pueden verse afectados, lo cual perjudica de manera directa la canasta básica, ya que puede existir escasez de productos importantes para la seguridad alimentaria. Es por ello, que es importante establecer normativas que regulen la generación de biocombustibles en Guatemala.

Uno de los artículos de mayor importancia que se debe discutir, es el Artículo 97 de la Constitución Política de Guatemala, -Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico-, el cual establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Mediante este artículo, se puede establecer que el proyecto de biodiésel de *Jatropha curcas* puede contar con una base como apoyo constitucional, ya que éste es un proyecto que puede llegar a propiciar el desarrollo social y económico de las áreas donde se lleve a cabo (ver anexo 6.6).

Además, aporta beneficios al medio ambiente en su uso como combustible, ya que no solo ayuda a mantener el equilibrio ecológico, debido a que las emisiones de gases de efecto invernadero son menores en comparación con los combustibles provenientes del petróleo, sino que por ser *Jatropha curcas* una planta originaria de Guatemala, las especies de flora y fauna, existentes en el país, y la población del área de Santa Rosa, se encuentran interrelacionadas con dicha planta. La introducción de una nueva especie afectaría el equilibrio ecológico ya que esta nueva especie, tendría que ocupar el nicho ecológico que otra ya ocupa.

Entre otras normativas que se pueden mencionar se encuentra la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, aunque en ella no se mencionan directamente los biocombustibles, se establecen normativas para proyectos a implementar que busquen la conservación y preservación del medio ambiente guatemalteco y que inquirieran en la disminución de cantidad de contaminación y pretendiendo el equilibrio entre los proyectos y la flora y fauna. En este caso, en el que el proyecto principal consiste en el cultivo de una especie originaria del área, los impactos pueden ser considerados bajos al medio ambiente.

En cuanto a la expansión del cultivo, si fuese necesario, se pueden aplicar algunas normativas tal como la Ley Forestal y el código de Salud, las cuales indican los aspectos a considerar al momento de generar proyectos. Estos aspectos involucran la tala de árboles, inculcando la reforestación de las áreas mediante el uso de especies adecuadas, en este caso *Jatropha curcas* es apto como ejemplar de reforestación.

Los recursos naturales son la base fundamental para el desarrollo económico y social, de ello la importancia de regularlos para que su uso sea eficiente buscando minimizar los daños que se puedan generar al utilizarlos como bienes o servicios ambientales.

Con un manejo sostenible de los recursos mediante la formulación de leyes que apliquen a los proyectos, se podrá llevar a la población a una mejora de la calidad de vida. En este caso, *Jatropha curcas* puede ayudar al medio ambiente debido a sus características como planta regeneradora de suelos degradados y su contribución en el fomento del uso de flora proveniente del país, sin que genere amenaza a otras especies.

Entre los mayores emisores de gases de efecto invernadero a la atmósfera se encuentran las industrias y los vehículos accionados por combustibles provenientes del petróleo. En Guatemala, el Decreto 7-2013 “Ley Marco Para Regular La Reducción De La Vulnerabilidad, La Adaptación Obligatoria Ante Los Efectos Del Cambio Climático Y La Mitigación De Gases De Efecto Invernadero” se clasifica como la primera ley que trata directamente el tema de cambio climático en el país, estableciendo regulaciones para prevenir, planificar y responder a los impactos del mismo, fortaleciendo la capacidad de la población guatemalteca a adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes a las que se está enfrentando el país y el mundo entero.

Esta normativa, se involucra con el cultivo de *Jatropha curcas* como también con la generación y uso del biodiésel, pues ésta establece que se deben adoptar prácticas innovadoras en la agricultura para la prohibición del uso de fertilizantes, pesticidas o herbicidas que puedan empobrecer o reducir el nivel de nutrientes en el suelo. Por esta razón, para el cultivo de *Jatropha curcas* se busca el menor uso de herbicidas o pesticidas que puedan afectar la calidad del suelo. Además, por sus características, esta planta es recuperadora de suelos degradados lo que la convierte en una opción viable en cuanto a la minimización de daños al medio ambiente.

La cantidad de fertilizantes, pesticidas y herbicidas, en el cultivo de *Jatropha curcas*, debe ser constantemente evaluado por las autoridades para que los cultivos tengan la calidad adecuada y durante el proceso de generación no afecte de manera irreversible al medio ambiente; sin embargo, se tiene la ventaja de que como la materia prima es proveniente de una planta, contribuye a la disminución de efectos negativos.

Esta normativa, amparada en el Artículo 19, del Decreto 7-2013 “Ley Marco Para Regular La Reducción De La Vulnerabilidad, La Adaptación Obligatoria Ante Los Efectos Del Cambio Climático Y La Mitigación De Gases De Efecto Invernadero”, el cual indica que los combustibles fósiles, por su uso en los vehículos, son los mayores generadores de impactos negativos a la atmósfera. Es por ello que se establece que el MARN es el ente encargado de desarrollar programas para actividades o proyectos que incentiven la reducción o absorción de gases de efecto invernadero. Aunque cabe mencionar que, en la actualidad no se presentan grandes incentivos o beneficios para los generadores de biocombustibles en el país.

En cuanto al transporte público y privado, el Decreto 7-2013 en el Artículo 21, señala que el MARN y el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda -CIV- son los encargados de generar normativas que regulen las emisiones de gases de efecto invernadero, indicando la importancia de establecer incentivos fiscales y subsidios al momento del uso de energías limpias.

6.3.3 Normas y legislaciones Internacionales

Guatemala ha formado parte de procesos orientados a promover y aprobar algunas leyes y protocolos internacionales que buscan la reducción de la emisión gases de efecto invernadero. Ejemplo de esto es el Protocolo de Kyoto, el cual tiene sus bases en el Protocolo de Montreal, los cuales tienen el objetivo de reducir las emisiones de algunos gases de efecto invernadero como: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

Se establece que se debe reducir un porcentaje aproximado de 5%, como mínimo, de los gases emitidos por el país en comparación con las emisiones realizadas en 1990; reconociendo que el principal responsable de los elevados niveles de emisiones de GEI que hay actualmente en la atmósfera, es la quema de combustibles fósiles durante más de 150 años, época de la industrialización y mayor desarrollo tecnológico y social.

El Protocolo, ha propuesto a los gobiernos establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos y a las empresas a tener en consideración al medio ambiente a la hora de tomar decisiones y de esta manera buscar un desarrollo sostenible.

Desde los inicios de la industrialización, los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera han tenido un aumento, de ello la importancia de establecer normativas para la protección de la atmósfera, la cual en los últimos años se ha visto afectada por agujeros en la capa de ozono, los cuales provocan que los rayos del sol penetren de manera directa a la tierra afectando al ser humano.

El uso de energías limpias es de vital importancia en este momento debido a la vulnerabilidad ambiental en la que se encuentra el país, por lo que las autoridades deben fortalecer el uso de energías renovables, para así poder utilizar de forma sostenible y sustentable los recursos que la naturaleza nos brinda. El biodiésel de *Jatropha curcas*, contribuye al medio ambiente reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, sin embargo, se deben presentar, por parte de las autoridades, más beneficios y apoyo para los generadores de estos productos.

6.3.4 Necesidad de generación de normas y leyes en Guatemala

Los años 2015 y 2016 han sido de gran importancia para Guatemala, ya que la población comenzó a demandar un pleno cumplimiento de sus derechos, por lo que es un buen momento para la elaboración de normativas que favorezcan el uso de energías limpias, principalmente la generación de biocombustibles, incentivando a que se utilicen más en el país.

Por otra parte, estos años se califican como años de crisis por los altos niveles de corrupción e impunidad debido a las acciones realizadas por el Gobierno de Guatemala, además de transitar por una época de crisis económica en el mismo, lo que puede contribuir a que la generación de nuevas leyes y la disposición del personal público a apoyarlas.

La generación de normativas que favorezcan el uso de biocombustibles es de suma importancia en la actualidad, pues no solo favorecen a los entes generadores de estos productos sino también a la población que los utiliza, además, éstas establecen las medidas de calidad del producto que se presentará al consumidor.

Uno de los enfoques principales que se tiene en Guatemala en varias leyes y códigos es el de salud especialmente relacionado con la protección de las fuentes de agua, siendo uno de los artículos de mayor importancia a evaluar debido a que se establece el aprovechamiento y uso racional de las fuentes de agua. La Constitución Política de Guatemala establece la importancia de la generación de una ley la cual regule este aspecto.

A pesar que en el país se ha intentado aprobar una legislación sobre agua durante los últimos 50 años, pero por diferentes intereses no se le ha prestado la importancia que merece en el Congreso; destacando que al menos el 40% de los recursos hídricos del país, presentan algún grado de contaminación o se encuentran propensos a que se sequen. En varias zonas es muy común el desvío de ríos para el cultivo de algunas plantas, por el ejemplo la caña de azúcar, de ello la importancia que se establezca una Ley de Aguas que tenga la finalidad de proteger, gestionar y manejar de manera adecuada los recursos hídricos.

Aunque el agua en general se puede considerar abundante, solamente una ley puede hacer que se administren mejor los recursos, buscando que su desperdicio sea mínimo y su uso eficiente. Esta ley aplicaría directamente a la generación de biodiésel a partir de *Jatropha curcas* dado que, durante todo el proceso el uso de agua es 100% indispensable, de ahí que su uso sea adecuado es de vital importancia para poder realizar las actividades necesarias sin afectar a las poblaciones aledañas quitándoles su derecho ciudadano de tener el recurso hídrico, tal como indica el Código Civil en el Artículo 581.

Para ello, deben unirse los entes responsables, principalmente el MARN, MAGA y MEM, para la formulación de estas leyes, buscando tener las características aptas del producto para que el mismo se constituya como beneficioso para Guatemala.

6.4 ECONÓMICO

6.4.1 Costos de producción

Se debe evaluar el aspecto económico, pues con base en éste se puede concluir si un proyecto se puede llevar a cabo, indicando si es rentable o no. Así mismo, facilita la evaluación de costos, tal como se presenta en el cuadro 7, y así poder estimar los beneficios que se pueden obtener al generar y comercializar el biodiésel de *Jatropha curcas*. Dentro de los costos utilizados para analizar el proceso de producción e industrialización de *Jatropha curcas* se han abordado los siguientes:

Cuadro 7. Costo de producción de *Jatropha curcas*.

CONCEPTO	FUNCIÓN	COSTOS (HECTÁREA/AÑO)	COSTOS TOTALES (HECTÁREA/AÑO)
Urea	Fertilizantes	Q170.00	Q350.94
Mezclas físicas		Q51.94	
Bayfolan		Q86.70	
Triple 15		Q42.30	
Monarca Bayer	Insecticidas	Q132.45	Q986.25
Oberon Bayer		Q675.00	
Dimetoato		Q47.80	
Acaristop		Q48.75	
Jabón potásico		Q43.25	
Microthiol		Q39.00	

Glifosfato	Herbicidas	Q102.25	Q224.92
Tótem		Q90.67	
Adherente		Q32.00	
Agua			Q425.00
Mano de obra			Q3,296.45
Plántulas (1200xha)			Q1,800.00
Terreno			Q3,770.00
Luz			Q960.00
Extrusora			Q301.27
Horno			Q153.65
Filtros (manta o papel)			Q180.57
Metanol			Q108.83
Naoh 96%			Q57.66
Mantenimiento extrusora			Q96.43
Combustibles			Q50.00
COSTOS TOTALES			Q12,761.97

La producción estimada actualmente por hectárea/año es de 1.08 toneladas de aceite, dado que cada planta produce 3 kg de semilla, habiendo en una hectárea 1200 plantas, extrayendo el 30% del peso de la semilla en aceite. Lo anterior implica que, con una densidad específica del aceite de *Jatropha curcas*, en 0.93 kg/l equivale a 1,161.28 litros de aceite/hectárea/año.

Mediante el análisis de todos los costos generados durante el proceso de cultivo y generación del biodiésel a partir de *Jatropha curcas*, se determinó que el costo por litro producido de biodiésel es de Q. 11.00, aclarando que esto puede variar en algunos casos, dependiendo del valor de la materia prima a utilizar y otras variables, por ejemplo, pueden existir variaciones con respecto al precio del metanol. Cabe mencionar, que existen costos que solo se financiarán por cierto período de tiempo, ejemplo de esto, sería la compra del terreno (el cual se ha estimado adquirir en plazo de 10 años, en virtud que la producción inicial es al año 5) o la elaboración de los pozos para la extracción de agua (inversión que será prorrateada y atenderá no solo una hectárea, en este caso se ha estimado que es para un área mínima de 40 hectáreas). Eliminando esos dos costos (terreno y pozo de extracción de agua), el costo de producción se reduce a Q. 9,803.81, lo que daría un valor de Q.8.44 por litro.

De igual manera, se evaluó el uso de hornos, los que tendrían la finalidad de tostar la semilla, previo a la extracción del aceite. Sin embargo, este proceso también se puede realizar mediante el secado natural, haciendo uso del sol. Para este proceso, se ponen todas las semillas en un plástico negro y se dejan secar a la luz del sol, esto contribuye a que los precios del proceso disminuyan, pues no se tendría que gastar en la compra de un horno y también reducirán el consumo de energía eléctrica.

En cuanto al uso de filtros, estos también se evaluaron, sin embargo, existen otros procesos más eficientes y menos costos que el uso de filtros. Tal es el caso de la sedimentación o mejor aún, el hervido del aceite con 20% de agua, encontrándose este último, como un proceso relativamente más rápido y barato en comparación con la sedimentación y los filtros.

Como característica principal de *Jatropha curcas* se puede mencionar que es una planta perenne, que en condiciones adecuadas puede durar hasta 100 años. Así mismo, es una planta que produce cosechas con facilidad, iniciando la primera cosecha luego de 120 días de plantada pero las semillas con mejor calidad se obtienen hasta los 5 años de sembrada.

Con las ventajas que presenta la planta, es importante destacar que para que proyectos como este se lleven a cabo y las semillas tengan mejor calidad, se recomienda que sean suelos fértiles y no necesariamente degradados, para lo cual es necesario el uso de fertilizantes. A pesar de que el área donde se encuentra el cultivo de *Jatropha curcas*, son tierras altamente productivas, es necesario utilizarlos para garantizar un producto de mejor calidad.

En cuanto al uso de insecticidas y herbicidas, la principal afección que puede atacar a *Jatropha curcas* es la roya. Por ello, es importante implementar cuidados y métodos de prevención ante distintas afecciones que se puedan presentar durante la época de cultivo y que estas afecten de manera directa el desarrollo del proyecto. Como dato de importancia y que hace que el cultivo sea beneficioso se puede mencionar que a partir del sexto mes, el cultivo ya no es atacado por hormigas y los pájaros no comen sus semillas, hecho que muchas veces genera pérdidas para los cultivos a gran escala, disminuyendo costos por completo al momento de tener que implementar medidas para frenar estas plagas.

En cuanto a la siembra, es importante señalar que el vástago tiene un precio de Q. 1.50 pero cuando éste crece el resto de plantas se pueden reproducir por estacas, lo que puede generar un ahorro en la compra de materiales.

6.4.2 Precio de venta y comparación con precios de combustibles fósiles

Mediante la evaluación de los costos y cantidad de aceite producido, se estableció que el precio de venta del biodiésel, al final del proceso, teniendo una utilidad de 5% sería de Q.11.58 el litro en la actualidad. Por ello, es importante la búsqueda de medidas para la reducción de costos, pero a la vez, brindando un producto de calidad. Dichas medidas de reducción de precio final, pueden ser la disminución en el uso de hornos de secado y usos de filtro. El precio de venta del biodiésel que se tenía contemplado, previo a iniciar el proyecto, era de Q.10.04 el litro para que fuera competitivo con la gasolina.

Los años 2014 y 2015 fueron de gran variabilidad en los precios de los combustibles fósiles. En los comienzos del año 2014, los precios tuvieron un alza incomparable con los años anteriores, por lo que el uso de biodiésel era una opción factible pues el litro de gasolina se acercaba mucho al precio del litro del biodiésel y su uso podía incrementar; luego en junio de ese mismo año y todo el año 2015, el precio del petróleo disminuyó considerablemente en todo el mundo. Se asume que esto ocurrió debido a que Estados Unidos comenzó a comercializar de mayor manera el petróleo extraído en su país, lo cual generó una excesiva oferta y sumado a que las empresas petroleras de otros países continuaban extrayendo la misma cantidad de petróleo, lo que provocó una baja global en el precio de los combustibles fósiles.

En su momento, el precio del litro de súper, llegó a costar menos de Q.5.02; el litro de diésel a menos de Q.3.96, esto genera que el biodiésel no sea capaz de competir con el precio de dicho momento, debido a su elevado costo de generación en comparación con los combustibles fósiles.

En la actualidad, el petróleo está volviendo a recuperar su precio anterior, luego de la baja que tuvo, pero se estima que éste no volverá a llegar al precio al que estuvo en el 2014. Para que esta baja del precio del petróleo se recupere por completo, se estima que pueden pasar más de 7 años.

Actualmente, el precio de gasolina súper oscila entre Q.5.81 a Q.6.34 el litro y de Q.4.76 a Q.5.28 el litro de diésel, esta situación provoca que el biodiésel no sea competitivo en la actualidad como para utilizarse en porcentajes mayores al B5 (5%).

Por su poder lubricante, el biodiésel se puede agregar como aditivo en la gasolina proveniente del petróleo, esto se utilizaría en cantidades bajas, con la finalidad de que la población comience a acostumbrarse al uso del biocombustible en sus vehículos.

Cuando se evalúa el proyecto a gran escala, se esperaría que los costos de producción presentaran una baja en comparación con los actuales, sin embargo, esto no se consideraría significativo tomando en cuenta que se necesitan cantidades específicas de insumos como fertilizantes, herbicidas y pesticidas para que el cultivo alcance la calidad óptima deseada para la generación de biodiesel a partir de la *Jathropa curcas*. Para un proyecto a gran escala se necesitaría maquinaria de tipo industrial, la cual se tendría que importar, cuya inversión al inicio representaría un gasto para la finca, mismo que se podría recuperar al momento de obtener ganancias al quinto año de siembra, cuando la semilla ya presenta las mejores características para la generación de biocombustible. Actualmente, los precios del biodiésel no son competitivos con los del diésel mineral, sin embargo, en un futuro, se tendrá que evaluar la opción debido a la escasez de petróleo, la cual desde ya se viene presentando. Dicha escasez provoca que el fracking tenga un costo mayor por la disminución de calidad del petróleo disponible actualmente.

6.4.3 Incentivos, certificaciones y beneficios económicos

El Protocolo de Kyoto financia la inversión, otorgando créditos de carbono a quienes logren reducir las emisiones de CO₂, siendo esto una ventaja para los productores, así como también para los países generadores. Se deben mejorar las leyes y normativas del país para que los generadores de biocombustibles se vean beneficiados por su ayuda a la reducción de la huella de carbono, dichos beneficios podrían ser, por ejemplo, la exoneración de algunos impuestos.

Existen certificaciones como la ISO 14001 que tiene el propósito de ayudar a la aplicación de un plan de manejo ambiental buscando reducir el impacto que la industria y empresas generan al medio ambiente a diario. Para que una empresa se certifique, tiene que cumplir con ciertos aspectos y uno de los objetivos que se debe lograr es mitigar o disminuir la cantidad de gases de efecto invernadero como también hacer más eficiente el aprovechamiento de la energía.

En este caso, el uso de biocombustibles puede ser beneficioso para ambos aspectos, ya que el uso de biodiésel de *Jatropha curcas* puede llegar a reducir en gran manera el monóxido de carbono como el dióxido de carbono neto, hasta más de un 50% comparado al diésel proveniente del petróleo, factor que las empresas pueden mostrar como una ventaja en sus procesos, pues indica un proceso sostenible y con menor cantidad de impactos generados. Las empresas que cuenten con este tipo de certificación, pueden llegar a tener más ventaja en el mercado, ayudándoles a generar ganancias.

La fabricación de biodiésel a partir de *Jatropha curcas* favorece la producción en ciclo completo, esto se refiere a que una misma empresa puede realizar todo el proceso: cosechar la *Jatropha curcas*, extraer el aceite y comercializarlo, evitando de esta manera intermediarios y optimizando costos.

Cabe mencionar, que esto es posible si se realiza en proyectos en baja escala, pero si se concibe realizarlo de manera masiva, es preferible que distintos sectores se unan para hacer más eficiente la generación del biocombustible.

Este tipo de proyectos genera empleos directos e indirectos en la zona donde se realicen. En la actualidad en la finca “San Francisco Las Canoas”, debido a que se encuentra como campo experimental, no se ha necesitado la contratación de gran cantidad de personal, pero sí se cuenta con gente de la zona laborando para ellos. Si este proyecto se llega a establecer, como se tiene planificado, los empleos aumentarán beneficiando a las poblaciones cercanas y mejorando su calidad de vida. En cuanto a empleos indirectos, se pueden mencionar las gasolineras donde se comercialice el producto y habiendo más trabajadores, el comercio de la zona aumentará en su clientela.

Como sub productos de la extracción del aceite de las semillas de *Jatropha curcas*, se puede mencionar la glicerina y la torta. El glicerol es el sub producto que se obtiene en mayor cantidad al momento de elaborar el biodiésel de *Jatropha curcas*, tratándose de un compuesto biodegradable que puede llegar a tener diferentes usos en la industria como ingrediente en la cosmética, medicamentos, industrias tabacaleras y textiles.

Si bien, en Guatemala se puede considerar difícil comercializar este sub producto; en la actualidad se le está utilizando como ingrediente para la fabricación de jabones, lo que ha resultado rentable al momento. En cuanto a la torta que se obtiene, se considera rica en nitrógeno, potasio y fosforo por lo que funciona como un buen abono, esta se puede vender con otras fincas para mejorar sus cosechas. Ésta también se puede utilizar como sustrato convirtiéndose en el medio en el que se desarrollan las semillas o estacas, según sea necesario.

Se debe mencionar que la torta proveniente de *Jatropha curcas*, dependiendo de las características de la planta, puede tener altas concentraciones de esteroides de formol, los cuales pueden resultar tóxicos. Sin embargo, esto puede tratarse con metanol o etanol y radiación térmica seca. Si se desea que el resultado sea más rápido para obtener ganancias, lo que se recomienda es que, si la planta tiene altos niveles de toxinas en su torta, ésta se comercialice de manera natural y el comprador se encargue de su tratado. Si se indicara que los niveles de toxinas son muy elevados la torta se puede utilizar en calderas o en biodigestores de gas para que genere calor y energía eléctrica y así, no sea necesario su tratamiento, pudiendo venderla a industrias que utilicen calderas en sus procesos.

A *Jatropha curcas* se le considera una planta social, ya que puede estar en contacto con muchos otros cultivos sin afectarlos. Ejemplo de ello, es que se puede sembrar junto a moringa, café y mango y por eso, las fincas que se dediquen al cultivo de *Jatropha curcas*, pueden tener otros ingresos mediante la venta de otras plantaciones que ellos posean.

Una opción viable, es incluir a pequeños agricultores que cuenten con espacios libres, para que puedan tener una participación activa en el proceso. Se recomienda que sean espacios libres, para que el cultivo no afecte áreas dedicadas a cultivos alimenticios o tradicionales.

Guatemala tiene una de las mayores deudas externas por la compra de petróleo a otros países, ya que el petróleo que se extrae en el país tiene altos niveles de azufre lo que provoca que su tratamiento tenga mayor complejidad. El uso de biodiésel de *Jatropha curcas* puede contribuir a disminuir esta deuda externa, ya que éste se generaría en el país para satisfacer las necesidades de combustible que el país demanda y de esta manera, poder disminuir la compra de combustible a otros países que son exportadores.

Guatemala es un país rico en recursos naturales, por ello la importancia de poder utilizarlos de manera sostenible generando beneficios económicos, sin generar daños ambientales.

6.5 ANÁLISIS DEL SISTEMA

Para el análisis del sistema, se utilizó la técnica de semaforización como se presenta en la figura 22, en la cual se pueden observar los componentes del sistema y sus interacciones.

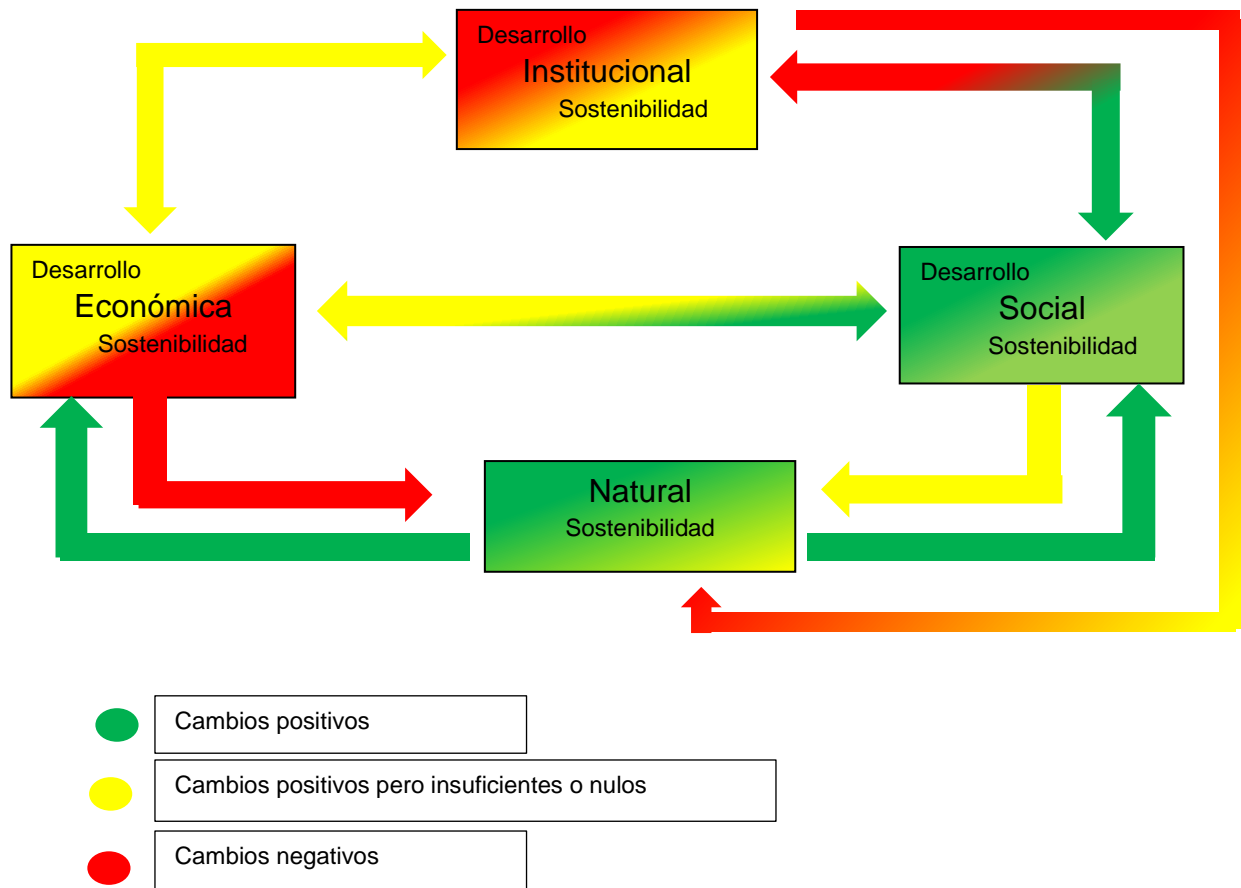


Figura 22. Semaforización del sistema.

6.5.1 Institucional y sus interacciones

El sistema institucional tiene el color rojo en el lado de desarrollo, debido a que aún existen pocas normativas que favorezcan el uso de biocombustibles en el país. Es de vital importancia que éstas se generen ya que, si existe un sistema institucional fuerte y con regulaciones, los otros sistemas pueden tener mejor calidad e interactuar de manera más sustentable.

La sostenibilidad en el aspecto institucional, se encuentra de color amarillo ya que, aunque en el país no existen normativas para la generación y uso de biodiésel, sí hay ciertas regulaciones, las cuales se pueden modificar para que este aspecto mejore. Así mismo, Guatemala ha ratificado en variedad de tratados internacionales y muchos de estos tratan el tema de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual el uso de biodiésel puede ser efectivo para el cumplimiento de estos objetivos. En cuanto a la interacción institucional ambiental, ésta se encuentra roja, en gran parte, ya que, si no se comienzan a generar normativas, el aspecto que puede verse más afectado es el ambiental pues se mal utilizarán los recursos y esto repercute en la sostenibilidad y la calidad de vida de la población.

6.5.2 Social y sus interacciones

El desarrollo social se encuentra verde, esto debido a que, si el proyecto se lleva a cabo, éste puede generar empleos directos e indirectos teniendo desarrollo, principalmente, en las comunidades cercanas a las plantaciones. En Guatemala el nivel de desempleo es alto y en estos últimos años, ha tenido un aumento significativo, por ello la importancia de generar más proyectos de este tipo.

Con respecto al cultivo, éste se caracteriza por tener manejos y tratos culturales simples, por ello es que puede generar empleos fijos en el campo, además de que la población de esta área conoce el cultivo a la perfección por lo cual se sienten calificados con la experiencia para el cuidado del cultivo. La calidad de vida de las personas puede aumentar si se cuenta con proyectos que generen empleo, como lo es el cultivo de *Jatropha curcas*.

En cuanto a la interacción entre el sistema institucional y el sistema social, se conoce que la institucionalidad tiene agujeros, pero la población puede demandar a que se establezcan normativas que los favorezcan, por ello, es importante una mejora en la educación.

El desarrollo social al natural, se encuentra de color amarillo, ya que la población está comenzando a brindarle la importancia necesaria a la protección y conservación del medio ambiente; tal y como se demuestra en las entrevistas que se realizaron a la población de la ciudad de Guatemala, en las cuales se observó que la población está dispuesta al uso de biodiésel de *Jatropha curcas*, con la finalidad de no seguir contaminando el medio ambiente, como se ha hecho hasta el día de hoy.

6.5.3 Económico y sus interacciones

En el aspecto económico se debe indicar la importancia de que en el país se esté planeando elaborar proyectos de este tipo que utilicen los recursos naturales de manera sostenible sin generar mayores impactos negativos al medio ambiente. En cuanto al desarrollo económico, se debe indicar que en el país se encuentra de manera natural la planta *Jatropha curcas*, la cual se puede utilizar como materia prima para la elaboración del biodiésel. Sin embargo, el área de sostenibilidad se encuentra de color rojo, debido a que en la actualidad el precio del litro de biodiésel proveniente de *Jatropha curcas* no es competitivo con el diésel proveniente del petróleo, esto se debe a los altos costos al momento de producir dicho biodiésel, por ello es importante realizar más pruebas antes de introducirlo al mercado nacional.

En cuanto a la evaluación de la interacción entre lo económico y lo institucional, se necesitan más normativas que favorezcan a los consumidores, pero especialmente a los generadores. Si este proyecto se lleva a cabo, el Estado puede tener ganancias al momento de poder obtener algunos impuestos.

Respecto a la interacción social y económica, se puede mencionar que, sí la economía mejora, esto favorece a la sociedad pues mejora su calidad de vida. Cabe mencionar que la economía solo puede mejorar si incorpora la mano de obra, por ello se encuentra como una interacción positiva, pues favorece a la generación de empleo.

La interacción de lo económico a lo natural se encuentra como un impacto negativo, ya que muchas veces por tener mayores ingresos no se toman en cuenta los impactos al medio ambiente, afectándolo de sobremanera provocando que algunas veces el daño sea irreversible. Debido a esto, es importante que, al momento de generar ganancias, también se vele por el bienestar ambiental.

6.5.4 Natural y sus interacciones

El sistema natural, se encuentra en color verde, ya que tanto la siembra como el uso de biodiésel de *Jatropha curcas* es sostenible para el medio ambiente. El uso de este biocombustible no genera tantas emisiones de efecto invernadero para el medio ambiente, en comparación con los combustibles fósiles. *Jatropha curcas* es considerada una planta social por lo cual se puede sembrar en compañía de otras sin afectarlas.

Su siembra es positiva, ya que regenera suelos controlando la erosión. Su interacción con el sistema social también es positiva, ya que *Jatropha curcas* brinda una opción saludable y efectiva para que la población la utilice como biocombustible. Así mismo, ésta capta grandes cantidades de gases que son emitidos a la atmósfera dando como resultado que el aire sea más limpio. En cuanto a la interacción con el sistema económico, también se presenta como un impacto positivo ya que el ambiente brinda los recursos naturales, en este caso *Jatropha curcas*, para que se puedan desarrollar proyectos y se

mejore la situación económica del país. Se estima que, si se llega a realizar el proyecto de generación de biodiésel a partir de *Jatropha curcas* a gran escala, se necesitarían aproximadamente 26,495,000 litros/año para una mezcla de B2 (2%), representando esto un uso de 55 mil litros/día de biodiésel.

En la actualidad, no es posible la generación de esa cantidad de biodiésel por parte de la finca “San Francisco Las Canoas”. Esto se debe, principalmente, a que aún no se cosecha la cantidad de semilla (figura 23) requerida para una obtención de aceite a la escala que se necesita para satisfacer la demanda de la población. Así mismo, se debe tomar en cuenta las limitaciones de maquinaria, como es la extrusora, la cual solo puede procesar 21 libras de semilla de *Jatropha curcas* en una hora.

Al tener una eficacia de extracción de 70% se logra extraer un 31% de aceite por lo que se obtendrían aproximadamente 22.71 litros de aceite puro al día.



Figura 23. Semillas de *Jatropha curcas* cosechada en finca “San Francisco Las Canoas”.

VII. CONCLUSIONES

1. Mediante el análisis del sistema se determinó que si se esperan beneficios en este tipo de proyectos, se necesitan realizar ciertas mejoras, principalmente en tema institucional, pues aún se debe establecer la normativa que regule los procesos de gestión, implementación y promoción de los mismos. También se deben generar leyes que controlen los procesos y uso de biocombustibles para que, al momento de introducirse en el mercado, no generen impactos negativos que contrarresten los impactos positivos que su uso genera.
2. Se determinó que *Jatropha curcas* es una opción ambientalmente factible, ya que por ser una especie nativa del país no compite con otras especies de flora de la zona. También cabe mencionar que tiene un significativo índice de coexistencia con la fauna, razón por la cual puede ayudar a aumentar las poblaciones naturales de abejas. El impacto ambiental de mayor relevancia de este proyecto se manifiesta en el uso de agua, aunque en comparación con otras plantas que tienen la misma finalidad, este cultivo se caracteriza por tener uno de los menores requerimientos relacionados con el uso del recurso hídrico. En cuanto al uso del biodiesel, este se destaca por su efecto positivo ya que éste genera menor cantidad de gases de efecto invernadero.
3. El análisis de costos para la producción de biodiesel a partir de *Jatropha curcas*, determinó que el precio de venta del biodiesel al final del proceso, con un porcentaje de utilidad de 5%, sería de Q.11.58 el litro. Dado que en la actualidad, el precio del diésel proveniente de petróleo tiene un valor comercial que oscila entre Q.4.75 a Q.5.28 el litro, situación que limita la competitividad de este producto.

4. Se determinó que no existen normativas que regulen el proceso de producción de biodiésel a partir de *Jatropha curcas*. Por ello, se deben establecer normas para la producción y uso de los biocombustibles elaborados con base en las características socioculturales, económico productivas y ambientales del país.
5. La población de la ciudad de Guatemala utilizaría el biodiesel proveniente de *Jatropha curcas* solo si este tiene un precio menor al de los combustibles fósiles. Sin embargo, aún existe un alto nivel de desconfianza hacia este tipo de productos. En cuanto a la comunidad El Jobito, la población conoce sobre el proyecto y consideran que, si este se lleva a cabo a gran escala, puede tener beneficios para ellos a través de la generación de empleos, lo que mejoraría la calidad de vida de los pobladores.
6. Para que el proyecto de generación de biodiésel a partir de *Jatropha curcas* a gran escala, resulte viable, se necesitarían producir 26,495,000 litros/año para una mezcla de B2 (2%), representando esto una potencial utilización de 55 mil litros/día de biodiésel. Dado que, bajo las condiciones actuales de producción no es posible generar esta cantidad de biodiésel, principalmente porque aún no se cosecha la cantidad de semilla requerida para la producción de aceite a la escala necesaria, el proyecto se considera económicamente inviable.

VIII. RECOMENDACIONES

En cuanto al tema social, es de vital importancia que se promueva una mayor educación ambiental, ya que esta es la única solución para atender la desinformación que existe en cuanto al aspecto de generación de energía renovable. Solo de esta manera, la población comenzará a confiar en productos de esta índole. Se debe concientizar a la población sobre el uso de energías limpias, para que no solamente busquen su uso por tener costos más bajos, sino por el hecho de que son mejores para el ambiente. El aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera ha provocado gran cantidad de trastornos en el entorno natural y en el ser humano, de ello la importancia de comenzar a utilizar productos menos contaminantes y así mejorar la calidad de vida de la población.

En cuanto al tema referente al cultivo, se establece que, aunque *Jatropha curcas* es resistente a sequías y puede desarrollarse en suelos altamente degradados, para obtener mejores semillas, se recomienda que se cultiven en suelos más fértiles. Esto contribuirá a que el biodiésel a generar, también presente mejor calidad en comparación con las plantaciones que se han establecido en suelos más degradados.

Ya que *Jatropha curcas* es una planta que puede convivir con otras especies sin afectarles, se recomienda que se siembre en campos donde existan otras variedades de plantas. De esta manera, se puede mejorar la rentabilidad de los proyectos ya que se tendría variedad de productos.

Los animales no consumen las semillas de *Jatropha curcas*, por ello es que se recomienda que los campos de cultivos se compartan junto con fincas ganaderas pues así, se tendrá un mejor aprovechamiento de espacio, debido a que *Jatropha curcas* puede funcionar como cerca viva.

Se recomienda principalmente a los empresarios que deseen implementar proyectos de este tipo que previo a su realización se generen los estudios de mercado, ya que si no se cuenta con información de este tipo puede que el proyecto no genere las ganancias esperadas.

En cuanto al tema de los pequeños agricultores que cuenten con espacios libres, se les puede incluir en proyectos de este tipo para que puedan tener una participación activa en el proceso. Se sugiere que sean espacios libres para que el cultivo de *Jatropha curcas* no compita con áreas dedicadas a cultivos alimenticios o tradicionales que pongan en riesgo la seguridad alimentaria o sus medios de vida.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación de Combustibles Renovables-ACR-. (2013). *Biodisel*. ACR. Guatemala.
Disponibilidad en: <http://www.acrguatemala.com/biodiésel.shtml>
- Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe; Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. *Manual de Biocombustibles*. (2009). 1ª edición., ARPEL & IICA, San José, Costa Rica. 230pp.
- Asturias, R. (2009). *Desarrollo del cultivo de Jatropha curcas*. Biocombustibles de Guatemala, S.A. Guatemala. Disponibilidad en: [Presentación%20Ricardo%20Asturias_Biocombustible%Guatemala.pdf](#).
- Asturias, R. (2010). *Presente y futuro de los biocombustibles en Guatemala. Producción de bioddiésel (Jatropha curcas)*. Biocombustibles de Guatemala, S.A. Guatemala. Disponibilidad en: <http://ceur.usac.edu.gt/Biocombustibles>
- Banerji, R. (1985). *Jatropha seed oils for energy*. *Biomass*. 1ª edición., Elsevier, Amsterdam, Holanda. 277-282pp.
- Benjumea, P; Agudelo, J y Ríos, L. (2009). *Biodiésel: Producción, calidad y caracterización*. 1ª edición., Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 2p.
- Biocombustibles de Guatemala, S.A. (2014). *Producción de aceite vegetal no comestible para la producción de combustibles proveniente de las plantas de Jatropha curcas*. [Http://www.negociosgt.com/main.php?ld=170&show](http://www.negociosgt.com/main.php?ld=170&show)
- Castells, X. (2012). *Tratamiento y valoración energética de los residuos*. 1ª edición., Ediciones Díaz de Santos, S.A., Madrid. 1043p.
- Fuels from Agriculture in Communal Technology –FACTS-. (2009). *Manual de Jatropha*. 1ª edición., FACT, Ámsterdam, Holanda. 58-4pp.
- Hart, R. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. 1ª edición., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 9-26 p.
- Huerga, I. (sf). *Producción de bioddiésel a partir de cultivos alternativos: experiencia con Jatropha curcas*. Tesis Magíster en Tecnología Química. Santa Fe, Argentina, Universidad Nacional del Litoral. 262p.

- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente- IARNA -; Universidad Rafael Landívar- URL-. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. IARNA-URL, Guatemala. 180-192pp.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. (2010). *Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel*. 1ª edición., IICA, San José, Costa Rica. 7-8p.
- Ministerio de Energía y Minas. (2007). *Reglamento Técnico Centroamericano. Biocombustibles. Biodiésel (B100) y sus mezclas con aceite de combustible diésel. Especificaciones*. MEM, Guatemala. 11p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO- (2008). *Bosques y energía. Cuestiones clave*. 1ª edición., FAO, Roma, Italia. 27-29p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO- (2014). *Bioenergía y Seguridad Alimentaria Evaluación Rápida*. 1ª edición., FAO, Roma, Italia. 2-51p.
- Orellana, E. (2011). *Evaluación de la sostenibilidad de la producción de biodiésel a base del aceite de la semilla de piñón (Jatropha curcas L.) Y actividades relacionadas con la reactivación de la planta procesadora de la Sociedad anónima Mazat Aguí, Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.* (Licenciatura). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de: <http://biblioteca.usac.edu.gt/>
- Oyuela, D; Hernández, E; Samayoa S; Bueso, C y Ponce, O. (2012). *Guía técnica-ambiental para el cultivo de la Jatropha curcas (piñón)*. 1ª edición., Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente – SERNA- , Tegucigalpa, Honduras. 15-20p.
- Rao, G. (2008). *Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in Jatropha curcas*. 1ª edición, Instituto de Biología celular y molecular de plantas, Valencia, España. 697-709pp.
- Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias –REDPA- (2009). *Situación de Jatropha y perspectivas*. 1ª edición, REDPA, Sydney, Australia. 22-28pp.

Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN-. (2010). *Plan de desarrollo Chiquimulilla, Santa Rosa*. 1ª edición., SEGEPLAN, Chiquimulilla, Guatemala. 17-18p.

Universidad San Carlos de Guatemala – USAC-. (2013). *Primer informe indicativo de medición de la calidad del aire ambiente en las cabeceras departamentales de la República de Guatemala*. 1ª edición., USAC, Guatemala, Guatemala. 19-24pp.

Urizar, E y Cubillos G. (1988). *Caracterización del Sistema de Producción Bovina en Fincas del Valle de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala*. 1ª edición., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-, Jutiapa, Guatemala. 1-3p.

X. ANEXOS

Anexo 1.

Cuadro 8. Metodología, instrumentos y fases para la elaboración de los objetivos propuestos.

Objetivo	Metodología	Instrumento	Etapas de estudio	Conformación de análisis de información
Objetivo 1	Evaluación de impacto ambiental	Plan de Gestión Ambiental (PGA) y DABI	Fase de gabinete Fase de campo	Fase de gabinete
Objetivo 2	Costo de producción	Relación costo/beneficio	Fase de gabinete Fase de campo	Fase de gabinete
Objetivo 3	Revisión documental y levantamiento de percepción institucional	Contraste en beneficios y limitaciones en cuanto al cultivo de <i>Jatropha curcas</i> y la elaboración de biocombustible. Entrevistas	Fase de gabinete Fase de campo	Fase de gabinete
Objetivo 4	Levantar percepción rural y urbana	Entrevistas	Fase de gabinete Fase de campo	Fase de gabinete
Objetivo general	Dinámica de sistemas	Sistema socio ecológico	Fase de gabinete	Mediante la evaluación de las anteriores fases de

				gabinete se puede concluir con el análisis de la información y la validación o negación de la hipótesis y el establecimiento de los flujos del sistema
--	--	--	--	--

Anexo 2.

Cuadro 9. Formato de entrevista a realizar a MARN, MEM y MAGA.

Entrevista a funcionarios		
¿Existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de <i>Jatropha curcas</i> ? ¿Cuáles?	Si	No
¿Existe alguna normativa que regule el proceso de transesterificación de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de <i>Jatropha curcas</i> ? ¿Cuáles?	Si	No
¿Hay algún incentivo fiscal o de alguna naturaleza que promueva la generación de biocombustibles renovables? Sí. ¿Cuáles? No. ¿Por qué?	Si	No
¿Existe alguna posibilidad de que haya desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible?	Si	No

Anexo 3.

Cuadro 10. Formato de entrevista a realizar en la comunidad El Jobito, Chiquimulilla, Santa Rosa.

Entrevista comunidad El Jobito		
¿Cree que existe algún beneficio para la comunidad por la producción de <i>Jatropha curcas</i> (piñón) con la finalidad que sea la generación de biodiésel?	Si	No
¿Cree usted que la siembra de este cultivo generará empleo a la comunidad y sus alrededores?	Si	No
¿Usted cree que la producción de este cultivo con la finalidad de la elaboración de biodiésel puede generar o fomentar más educación y capacitación poblacional?	Si	No
¿Supone usted que el cultivo de <i>Jatropha curcas</i> (piñón) mejoraría la calidad de vida, si existen ingresos por la elaboración de biodiésel?	Si	No

Anexo 4.

Cuadro 11. Formato de entrevista a realizar en la ciudad de Guatemala, Guatemala.

Entrevista Ciudad de Guatemala		
¿Utilizaría biodiésel proveniente de <i>Jatropha curcas</i> (piñón) para reducir costos?	Si	No
¿Cree usted que confiaría en un producto de esta naturaleza?	Si	No
¿Considera que hay que hacer modificaciones a su motor si utiliza biodiésel?	Si	No
¿Invertiría si fuera necesario en la modificación de su motor?	Si	No



FORMA 1 (ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL)

I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre de la actividad: Biocombustibles de Guatemala, SA.	
1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento Cultivo de <i>Jatropha curcas</i> con la finalidad de generación de un biocombustible.	
I.2 Dirección de donde se ubica la actividad: Aldea El Papaturre, Chiquimulilla, Santa Rosa Especificar Coordenadas UTM o Geográficas	
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
Coordenada x 174541.33046253794 Coordenada y 1439053.7040544765 Zona 46 Hemisferio norte	Latitud 13°58'37.08"N Longitud 90°16'41.25"O
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) 62 Ave. 5-78 Zona 18 Pinares del Norte, Guatemala, Guatemala.	

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de la actividad, explicando las etapas siguientes:

Operación	Abandono
<p>- Actividades o procesos</p> <p>En la actualidad el proceso se basa en el cultivo de <i>Jatropha curcas</i> con la finalidad de generación de un biocombustible. Se debe destacar que también en el área se estudian distas clases de <i>Jatropha</i> con la finalidad de estudiarlas y generara combinaciones genéticas. Como primera actividad se prepara el suelo para la siembre posterior se siembran semillas, luego de un tiempo y regado se procede a cortar el fruto que posteriormente es destilado y de esta manera se obtiene el aceite que genera el biocombustible.</p>	<p>- Acciones a tomar en caso de cierre</p> <p>En caso de cierre de la planta de producción, se pueden demoler las construcciones como también se pueden remover las plantaciones si es necesario. En caso de que no sea necesario se pueden dejar las plantas en el área con la finalidad del cuidado del suelo y evitar la erosión por a falta de vegetación.</p>
<p>- Materia prima e insumos</p> <p>Semilla de <i>Jatropha curcas</i></p> <p>Maquinaria para extraer el aceite de la semilla</p> <p>Tierra</p> <p>Plantas de <i>Jatropha curcas</i></p> <p>Agua</p>	
<p>- Maquinaria</p> <p>Máquina para extraer el aceite y tratar las semillas</p>	

- **Productos y subproductos (bienes o servicios)**

De este proceso se obtiene el aceite que es transformado en biodiésel, también se obtiene glicerina y lodos con sulfato o torta.

- **Horario de trabajo**

Se labora todos los días de la semana de 8 de la mañana a 5 de tarde.

- **Otros de relevancia**

Cabe mencionar que el fin principal de la empresa que es generar un biocombustible es favorable para el ambiente ya que proporciona un sustituto a los combustibles fósiles, se debe destacar que los impactos que genera el cultivo no son altamente significativos debido a que es un cultivo y se están utilizando medidas de conservación principalmente en cuanto al tema hídrico y edáfico.

II.3 Área

- a) Área total de terreno en metros cuadrados: **6,000,000 m²**
- b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: **400,000m²**
- c) Área total de construcción en metros cuadrados: **470m²**

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE: **Comunidad El Jobito** SUR: **Fincas privadas**
ESTE: **Fincas privadas** OESTE: **Fincas privadas**

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Comunidad El Jobito	Norte	3km
Fincas privadas	Sur	0.5km
Fincas privadas	Este	0.3km
Fincas privadas	Oeste	0.5km

II.5 Dirección del viento:

Variable

II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?

- A) inundación (**X**) b) explosión (**X**) c) deslizamientos ()
D) derrame de combustible (**X**) e) fuga de combustible (**X**) d) Incendio (**X**)
E) Otro ()

Detalle la información La Finca San Francisco las Canoas, se encuentra en una zona propensa a inundación, por ello es que el área se le conoce como las canoas, ya que en años anteriores el lugar ha sufrido de inundaciones que han afectado al sector productivo especialmente. En cuanto al derrame de biocombustible o fuga de este cabe mencionar que el biodiésel se degrada de 4 a 5 veces más rápido que los combustibles fósiles y puede ser usado como solvente para limpiar derrames de diésel fósil. Como también se debe de indicar que el biodiésel no contamina fuentes de agua superficial ni acuíferos subterráneos por lo que el derrame o fuga de estos no genera altos niveles de contaminación como los combustibles fósiles pero de igual manera se debe de tener precaución con su traslado y almacenamiento. En cuanto al tema de la explosión se debe de mencionar, ya que, se está trabajando con un tipo de combustible pero su temperatura de explosión es mayor a los 150°C, por lo que también representa un riesgo bajo.

II.7 Datos laborales

A) Jornada de trabajo: Diurna (**X**) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____

B) Número de empleados por jornada **4 empleados**. Total empleados **4 empleados**

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	No					
	Pozo	Si	De 6 pozos se obtienen en 500gal/min	Finca las Canoas	Se utiliza para el regado si es necesario de las plantaciones principalmente se utiliza para limpieza	El consumo de agua es bajo por parte de la Finca debido a que <i>Jatropha curcas</i> no necesita grandes cantidades	Tanque

					de baños y pisos. Como también para el proceso de generación del biodiésel cuando este se realiza.	s de agua debido a que es resistente a las sequias. En este momento el consumo es bajo debido a que solo se esta cultivando pero si se llega a realizar el biocombustible dentro de la finca el impacto es severo.	
	Agua especial	No					
	Superficial	No					

Combustible	Otro	Biodiésel	30km/gal	Biocombustibles de Guatemala, SA	Transporte	Se ha utilizado para llenar tanques de un pick up, con la finalidad de comprobar la efectividad del biocombustible generado por la misma empresa.	Depósitos especiales
	Gasolina	Si	30km/gal	Gasolineras cercanas al área	Transporte	Se utiliza para transporte en general, principalmente de los automóviles que se poseen en la finca.	Depósitos especiales pero en su mayoría se evita su almacenamiento
	Diésel	No					

	Bunke r	No					
	Glp	No					
Lubrican tes	Solubl es	No					
	No solubl es	No					
Refriger antes		No					
Otros	Fertiliz an-te, herbici da, insecti ci-da	Si	Según la cantid ad que sea neces ario	Disagro y Bayer	Se utilizan para que el cultivo se desarroll e de manera adecuad a y se obtenham semillas con calidad.	El uso de estos depende de la situación pero se recomiend a que se estén aplicando de manera constante para tener un cultivo con calidad y	Recipient es o bolsas

						la semilla pueda brindar más aceite.	
--	--	--	--	--	--	--------------------------------------	--

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) Que se dispersan en el aire. Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan

En cuanto a partículas finas se puede mencionar las generadas por el movimiento de tierra al momento de siembra de *Jatropha curcas*, cabe mencionar que no generan un alto impacto.

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

En cuanto al control de las partículas finas, se realizan riegos previos a la siembra de esta manera se evita su dispersión.

RUIDO Y VIBRACIONES

III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?

Si, principalmente ruido provocado por los motores de la refinería.

III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)

Los motores de la máquina que extrae el aceite de las semillas de *Jatropha curcas*, cabe mencionar que el ruido que producen estas máquinas no sobrepasa los límites permisibles, de manera que no genera un alto impacto.

III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?

Cabe mencionar que el ruido de dichas maquinas no afecta a la comunidad cercana debido a que las arboles de *Jatropha curcas* actúan como barreras naturales también se debe de mencionar que la maquinaria se encuentra en un lugar adecuado con la misma finalidad de no afectar los alrededores, en cuanto a los trabajadores en la actualidad no se utiliza la maquinaria todo el día y como se estableció no sobre pasa los límites permisibles como se recomienda el uso de protección industrial tal como son los tapones de oídos.

OLORES

III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:

El proceso de refinería puede emitir olores pero no contaminan ni son molestos.

III.7 Explicar ¿qué se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?

En la actualidad el proceso de refinería ha disminuido pero cabe mencionar que los olores generados eran mínimos y no generaban molestias.

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA

AGUAS RESIDUALES

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?

- a) Ordinarias** (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)

- b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
- c) Mezcla de las anteriores
- d) Otro;

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado:

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios 4

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)

- a) Sistema de tratamiento**
- b) Capacidad**
- c) Operación y mantenimiento**
- d) Caudal a tratar**
- e) Etc.**

El uso del agua extraída de los pozos es principalmente para uso en baños y limpieza, en cuanto al riego, *Jatropha curcas* es una planta que sobrevive bajo condiciones extremas y sus características le permiten sobrevivir en áreas muy secas o con propensión a sequías, cuando se utiliza agua referente al cultivo es en época de siembra para asentar partículas de tierra, por ello se tiene que al día se utiliza un caudal aproximado de 175litros/persona/día, dando un total de 700litros/trabajadores/día. El sistema de tratamiento que utiliza la Finca las Canoas para el tratamiento de sus aguas residuales es mediante el uso de fosas sépticas con pozos de absorción. Si en algún momento el cultivo necesita una etapa de riego este se realiza por medio de riego a goteo, de esta manera se busca el ahorro del agua. Es de vital importancia destacar que en este momento la finca solo se está dedicando al cultivo pero al momento de generar el biocombustible a gran escala los niveles de agua a necesitar pueden ser mayores.

DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES

IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior

Fosas sépticas con pozos de absorción

AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)

IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)

No se capta agua pluvial para uso de limpieza o de baños. La captación de agua que existe es por parte de los cultivos.

V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)

DESECHOS SÓLIDOS

VOLUMEN DE DESECHOS

V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desaxada:

A) Similar al de una residencia 11 libras/día _____

b) Generación entre 11 a 222 libras/día _____

c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____

d) Generación mayor a 1000 libras por día _____

V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):

Los derechos se caracterizan principalmente por ser basura común, incluyendo una baja cantidad de papel y plástico, en su mayoría los desechos contienen productos de tipo orgánico.

V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, ¿se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?

No se generan desechos peligrosos

V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado

En el área aún no se cuenta con presencia de camiones recolectores de desechos, por lo que la población en general quema sus desechos o los entierra. En este caso el uso de los desechos orgánicos como fertilizante puede ser favorable para el cultivo.

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado

Los desechos se queman por lo que el transporte no es significativo.

V.6 ¿Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?

En este caso el uso de los desechos orgánicos como fertilizante pueden ser favorables para el cultivo.

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

Los desechos comunes son incinerados.

VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA

CONSUMO

VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kw/hr o kw/mes): 360 kw/mes

VI. 2 Forma de suministro de energía

A) Sistema público: DEORSA-DEOCSA

B) Sistema privado

C) generación propia

VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa ¿se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?

SI x NO _____

Se utiliza un transformador proporcionado por la distribuidora de energía.

VI.4 ¿Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

Iluminación

- Cambie los focos incandescentes o bombillas comunes por lámparas fluorescentes compactas o ahorradoras, éstas le permitirán iluminar eficientemente los ambientes y tener ahorros hasta de un 80%
- Apague las luces innecesarias y apague la luz al salir de cualquier habitación que queda desocupada
- Mantenga limpios los focos y lámparas ya que la suciedad impide tener un buen nivel de iluminación
- Utilice colores claros al pintar las paredes de su casa, los colores oscuros absorben la luz.
- Utiliza la luz natural, abre las cortinas y coloca tragaluces.

Computadora

- No encienda la computadora si no está seguro del trabajo a realizar
- Programe su trabajo para aprovechar al máximo el tiempo de uso de la computadora
- Cuando necesite hacer una pausa prolongada en su trabajo apague el monitor

Maquinaria para la extracción de aceite

- Este puede ser el mayor gasto de electricidad que tenga la empresa de ello la importancia de establecer horarios o días de extracción con la finalidad de utilizar la maquinaria cuando sea realmente necesario, muchas veces estas máquinas gastan más energía al momento de estarlas encendiendo por ello es necesario que se conozca a profundidad la maquinaria a utilizar como sus características y posible ahorro energético.

VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)

VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:

- **Bosques**
- **Animales**
- **Otros** _____

Especificar información: Desde hace muchos años el área de Chiquimulilla ha tenido como principal función ser un área habitacional y de cultivos, por lo que en las cercanías a la finca no se encuentra ningún área boscosa, por ser una finca se tiene cultivados arboles los cuales contribuyen a la biodiversidad, por ello es posible aun en la actualidad divisar gran cantidad de fauna.

VII.2 La operación de la empresa ¿requiere efectuar corte de árboles?

Si se requirió el corte de algunos árboles pero cabe destacar que se sembró *Jatropha curcas*, que también es una especie originaria del área, por lo que no se afecta de gran manera.

VII.3 Las actividades de la empresa, ¿pueden afectar la biodiversidad del área?

SI () NO ()

¿Por qué? Se debe destacar que *Jatropha curcas* es una especie originaria del país que se encuentra de manera natural en el área donde se encuentra la finca pero también generar un cultivo masivo de esta planta puede afectar de alguna manera la biodiversidad especialmente en el tema de flora.

VIII. TRANSPORTE

VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

- a) Número _____ de _____ vehículos
2
- b) Tipo _____ de _____ vehículo Pick
Up
- c) Sitio _____ para _____ estacionamiento _____ y _____ área _____ que
ocupa 60m²
- d) Horario _____ de _____ circulación _____ vehicular 8:00 AM a 6:00
PM

e) Vías alternas _____ Chiquimulilla y _____ El
Jobito

IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS

ASPECTOS CULTURALES

IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?

Si, xincas

RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES

IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:

- a) La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico
b) La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico
c) La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico

Ampliar información de la respuesta seleccionada

La actividad que realiza la finca no afecta ningún recurso cultural, natural o arqueológico, en el área que ocupa la finca como sus alrededores no cuentan con sitios de actividades culturales o arqueológicas.

ASPECTOS SOCIAL

IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)

IX.4 ¿Qué tipo de molestias?

Hasta el momento no se ha tenido ningún tipo de molestias por la operación de la empresa.

IX.5 ¿Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?

No se ha tenido molestias por tanto no se han tomado medidas ya que no se está afectando al vecindario.

PAISAJE

IX.6 ¿Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar ¿por qué?

Si se afectara de alguna manera el paisaje, ya que se puede llegar a considerar un cambio de paisaje debido a un nuevo cultivo, el cual presenta arboles de bajo tamaño.

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:

- a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
- b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
- c) la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:

Debido a que la actividad principal de la finca es el cultivo *Jatropha curcas* con la finalidad de generación de un biocombustible proveniente de esta, el cultivo en si no genera afecciones directas a la población, cabe mencionar que el fruto de esta es toxico pero la población lo conoce por lo que no causa un riesgo a la población, en cuanto al proceso de extracción la población no se ve afectada en la actualidad.

X.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores
- la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
- La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
- No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información:

El riesgo en el trabajo es leve pero siempre se deben de tomar en cuenta ciertos aspectos que pueden afectar a los trabajadores, tal como es la aplicación de insecticidas

que se debe de realizar de la manera correcta si es necesaria su aplicación, como también se deben de tomar precauciones durante la época de siembra y corte de las semillas. En cuanto al proceso de extracción de aceite los riesgos son bajos, pero principalmente se puede destacar el factor ruido.

Equipo de protección personal

**X.4 ¿Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X)
NO ()**

X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

En cuanto a la aplicación de insecticidas se aplican con ayuda de bombas y de manera ordenada así se evita el riesgo a los trabajadores, también se pueden brindar tapones para oídos en el caso de la extracción. Es adecuado que como equipo industrial los trabajadores utilicen botas principalmente con punta de acero y guantes. Como también si se realizaran movimientos de tierra se pueden utilizar tapa bocas.

X.6 ¿Qué medidas ha realizado o qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

A la población no le genera daños directos, pero si en algún momento se generan de gran tamaño se establecerán medidas de protección para el problema que se presente, en cuanto a los trabajadores las charlas informativas y cursos son de gran importancia de esta manera se les proporciona la información necesaria para evitar riesgos futuros.

Anexo 6. Plan De Gestión Ambiental (PGA).

6.1 Información general

Nombre	Descripción
Raisa Pamela Lau Calderón	Estudiante de 5to año de Ingeniería ambiental en la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar. Carné: 1034111.

6.2 Descripción del proyecto

El proyecto a ejecutar constara en la siembra de *Jatropha curcas* con la finalidad de que esta se utilice como producto principal para la generación de biodiésel, esto mediante la extracción de aceite contenido dentro de las semillas de dicha planta. El área total del terreno es de 6, 000,000m² de los cuales 400,000m² se utilizaron específicamente como campos de cultivo y producción. La generación de un biocombustible tiene como finalidad producir un tipo de combustible que no genere altos impactos al ambiente tal como lo realizan los combustibles fósiles, también la generación de un biocombustible en el Guatemala puede contribuir a disminuir la deuda que el país tiene en cuanto al tema de combustibles fósiles.

La producción de biocombustible en la actualidad en la finca “San Francisco las Canoas” se debe evaluar desde el proceso de siembra hasta la generación del biocombustible. Se cuenta con cuatro empleados teniendo una jornada de trabajo diurna. Se busca que tanto la siembra como la maquinaria de extracción de aceite se encuentre la misma área de esta manera se puede ahorrar en términos de transporte.

Área del proyecto y área de influencia

Finca “San Francisco las Canoas” se ubica dentro del municipio de Chiquimulilla específicamente en la aldea el Papaturre. Teniendo un área total 6, 000,000 metros cuadrados de los cuales 400,000 metros cuadrados se utilizan para el cultivo de *Jatropha curcas*. Es de vital importancia destacar que la finca está destinada principalmente a labores agrícolas, pero también se pueden observar ciertas influencias ganaderas. Se estableció un área de influencia directa de 1000 metros a la redonda donde se observan principalmente actividades de tipo agrícola y habitacional. Se asumió un área de influencia indirecta de 1,500 metros a la redonda donde se observan actividades agrícolas, ganaderas, habitacionales, industriales y comerciales, por lo que la zona se describe como apta para la ejecución del proyecto.

Componentes del proyecto y sus fases

- Construcción

Para el proceso de construcción será necesario realizar una limpieza del área como también mediciones topográficas para estudiar el terreno y elaborar planes de distribución del cultivo eficientes utilizando los beneficios que presenta el área. Cabe mencionar que la Finca San Francisco las Canoas en años anteriores a que se comenzara con el cultivo de *Jatropha curcas*, ya se había utilizado con una finalidad agrícola y ganadera. Por lo que el terreno ha demostrado ser apto para este tipo de actividades. Es de vital importancia destacar que no se realizara ninguna construcción en cuanto al tema de infraestructura, se utilizó la infraestructura que la finca ya tenía previo a ser adquirida.

- Operación

Para que la operación se lleve a cabo es necesario la siembra ya sea de semillas o de injertos de *Jatropha curcas*, durante el proceso es necesario que se evalúen las condiciones de las plantas sembradas determinando y buscando características favorables con la finalidad de la generación del biocombustible.

De esta manera, también se pueden realizar combinaciones genéticas generando plantas más resistentes y con características específicas ya sea en tamaño de la planta, cantidad de aceite en la semilla o incluso sexo. Luego de que ya se cuenta con las semillas, de estas, se extrae y trata el aceite que contienen y de esta manera se genera el biocombustible, esto se realiza mediante maquinaria específica dando como resultado glicerina, aceite y una torta. Es de vital importancia destacar que previo a la extracción del aceite de las semillas, estas se deben de calentar de esta manera liberan los aceites. Posterior a la extracción es necesario el filtrado del aceite de esta manera extrayendo cualquier partícula no apta, ya refinado el aceite se realiza un proceso de transesterificación el cual se basa en un proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un alcohol, en este caso usándose metanol.

Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base. En cuanto a la glicerina obtenida esta posteriormente se comercializa para la elaboración de jabones mientras que la torta de la semilla del piñón se puede utilizar para la producción de biogás y abonos orgánicos.

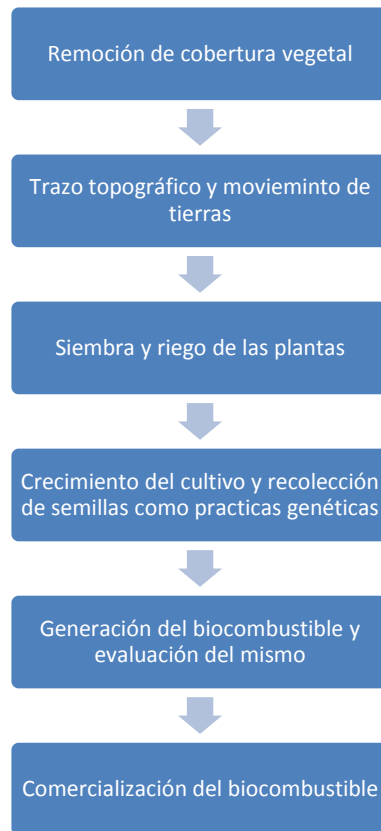
- Abandono

En caso de cierre de la planta de producción, se pueden demoler las construcciones como también se pueden remover las plantaciones si es necesario. En caso de que no sea necesario se pueden dejar las plantas en el área con la finalidad del cuidado del suelo y evitar la erosión por a falta de vegetación. En cuanto a la maquinaria que se cuenta para el proceso de extracción pueden ser fácilmente retiradas y comercializadas.

A continuación, se procede a describir las fases de desarrollo de construcción del proyecto.

Actividad	MESES												
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 11	Mes 12	Mes 13	
Remoción de cobertura vegetal (15 días)													
Trazo topográfico y movimiento de tierras (15 semana)													
Siembra y riego de las plantas (1mes)													
Crecimiento del cultivo y recolección de semillas también como practicas genéticas (1año)													
Generación del biocombustible y evaluación del mismo (15 días)													
Comercialización del biocombustible (máximo 15 días)													

Flujograma de actividades



Infraestructura a desarrollar

El área total de construcción en la Finca San Francisco las Canoas es de 470 metros cuadrados, los cuales cabe mencionar que las construcciones que se utilizan en la actualidad ya se encontraban cuando se adquirió la finca, por lo que no fue necesario generar cambios en la infraestructura. Se implementaron sistemas de riego por goteo los cuales constan de mangueras con agujeros y de esta manera establecer un método de uso de agua adecuado.

Equipo y Maquinaria utilizada

- Fase Construcción

Equipo de topografía

Tractor

Piocha

- Fase de operación

Pick-up

Equipos de seguridad industrial y salud ocupacional

Maquina extractora de aceite

Horno secador

Filtros

Erlenmeyer

Tubos

Depósitos

- Fase de abandono

Si se decide remover la construcción maquinaria especializada para ello sino solamente transporte adecuado para el movimiento de mobiliario. Si se requiere que se quiten los cultivos sería necesaria la ayuda de maquinaria especializada y mano de obra.

Mano de Obra utilizada en Construcción y operación

En cuanto al tema de infraestructura como no se realizaron cambios, no se necesitará ningún tipo de mano de obra; en cuanto a lo referente, a los trazos topográficos será necesario contratar a una persona adecuada y que conozca sobre este tema. Para el movimiento de tierras, si fuera necesario, como mano de obra se necesitará la contribución de personal a contratar que habiten en los alrededores de la finca.

En la actualidad en el proceso de operación que consiste en la recolección de semillas, estudios genéticos, extracción y generación del biocombustible se cuenta con 4 empleados en el área de cultivo y producción.

Dos de ellos provenientes de la ciudad de Guatemala. Cuando es necesaria la contratación de personal para realizar algunos trabajos de fertilización, siembra y cuidados del cultivo, se busca personal de la zona y de esta manera fomentar la economía en el área generando empleo.

Disposición de desechos (sólidos, líquidos y gaseosos) en la etapa de Construcción, operación y abandono

En el tema de desechos sólidos, no se generarán durante el proceso de construcción esto debido a que solamente se realizara un movimiento de tierras, las cuales se depositarán en otra área de la finca donde puedan ser útiles. En cuanto a posibles materiales utilizados que generaran desechos en el proceso de construcción se puede mencionar el uso de hierro, concreto, block; aunque no se cuenta con la cantidad registrada de lo que se obtuvo de desechos debido a que las construcciones fueron realizadas por el dueño anterior, pero según información recabada se estableció que la mayor parte se dispuso en el camión que trasladara los desechos a un lugar adecuado y otra parte como el ripio se vendió al mejor postor.

En el tema de desechos líquidos, los generados tanto en el proceso de operación como de construcción consisten en: aguas residuales domésticas, producto de excretas y orina, producida por los trabajadores de la finca (25L/trabajador/día), sin embargo considerada no significativa atendiendo la naturaleza de los residuos, que son de tipo doméstico biodegradables y es de vital importancia que en este punto la finca ya cuenta con el método adecuado de tratamiento de sus aguas residuales, por lo que esas etapas no generan un alto impacto ambiental.

En la etapa de operación los derechos se caracterizan principalmente por ser basura común, incluyendo una baja cantidad de papel, en su mayoría los desechos contienen productos de tipo orgánico. En cuanto al volumen de desechos sólidos generados es similar al de una residencia 11 libras/día.

En el área aún no se cuenta con presencia de camiones recolectores de desechos, por lo que la población en general quema sus desechos o los entierra. En este caso el uso de los desechos orgánicos como fertilizante puede ser favorable para el cultivo.

En cuanto a la etapa de abandono si se decide demoler las construcciones será necesario contratar a personal con experiencia y una empresa encargada de la disposición final de los desechos de este tipo. Si se decide remover las plantaciones estas simplemente se quitan y se pueden dejar como material orgánico como medida de conservación del suelo.

6.3 Identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales

Primero se realizó una descripción del ambiente físico, en donde se tomaron en cuenta aspectos geológicos regionales y locales, suelos, clima, hidrología, calidad del agua, caudales, vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas, calidad del aire, ruido y vibraciones, olores, amenazas naturales. También hubo una descripción del ambiente biótico en donde se tomó en cuenta la flora, fauna, áreas protegidas y ecosistemas frágiles.

Por último, una descripción del ambiente socioeconómico y cultural, tomando en cuenta características de la población, seguridad vial y circulación vehicular, servicios de emergencia, servicios básicos, percepción local sobre el proyecto y paisaje (cuadro 3).

Emisiones al aire

Las emisiones que se harán a la atmósfera serán únicamente las provocadas la remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierras, excavaciones, actividades necesarias para comenzar cultivo de *Jatropha curcas*, cabe mencionar que las partículas serán principalmente de tierras las cuales pueden ser fácilmente controladas con riegos.

Se debe de destacar que este movimiento de tierra con la finalidad de la siembra, es una actividad que se llevara a cabo durante todo el proceso, pero no genera altos impactos al ambiente, incluso considerándose compatible.

Carácter (C)	Negativo	-1
Perturbación (P)	Escasa	1
Importancia (I)	Baja	1
Ocurrencia (O)	Muy Probable	3
Extensión (E)	Puntual	1
Duración (D)	Corta	1
Reversibilidad (R)	Reversible	1
Total	Compatible	-8

Producción de desechos sólidos ordinarios, sólidos tóxicos y peligrosos

Se considera que no habrá desechos tóxicos y peligrosos debido a que no se manejarán este tipo de desechos, sino solamente desechos de tipo domésticos. Como desechos del proceso se puede mencionar la glicerina y a torta obtenida de la semilla. La glicerina se comercializa directamente después de la extracción con una empresa que se encarga de su tratamiento y posterior comercialización como jabón. La torta por su parte se puede tratar y usarla posteriormente como abono para los cultivos de *Jatropha curcas*.

Carácter (C)	Negativo	-1
Perturbación (P)	Escasa	1
Importancia (I)	Media	2
Ocurrencia (O)	Muy Probable	3
Extensión (E)	Puntual	1
Duración (D)	Corta	1

Reversibilidad (R)	Parcial	2
Total	Moderado	-10

Producción de aguas residuales

Se sabe que el único tipo de aguas que se generará durante la fase de construcción será aguas grises, tipo doméstico, las cuales serán generadas por los trabajadores. Sin embargo, la finca ya cuenta con un sistema de tratamiento de estas, siendo fosas sépticas y pozos de absorción.

Carácter (C)	Negativo	-1
Perturbación (P)	Escasa	1
Importancia (I)	Mediana	2
Ocurrencia (O)	Muy Probable	3
Extensión (E)	Puntual	1
Duración (D)	Corta	1
Reversibilidad (R)	Reversible	1
Total	Compatible	-9

Respecto al manejo de materias primas y materiales de construcción

- Agua
- Tierra
- Semillas
- Plántulas

Es de vital importancia destacar que los almacenamientos de las semillas previo a ser sembradas, se encuentren almacenados en un lugar con las condiciones adecuadas, para su posterior utilización. Dependiendo de la situación se determinará si se usaran semillas o plántulas, principalmente se estudiará el aspecto económico.

Referente a las amenazas naturales

Según el Mapa de Amenazas de Sismos de la República de Guatemala, el proyecto se ubica dentro de la llamada Zona Sismo-tectónica. Cabe mencionar que Santa Rosa es considerada una de las regiones más amenazadas en cuanto al tema de sismos debido a que se encuentra en el litoral pacífico área que se afecta por los sismos originados en la plataforma continental.

En el caso de la erosión, la zona del proyecto es de baja a mediana susceptibilidad a la erosión, debido a que la clase agrológica presente en el área del proyecto son clases II y III: siendo tierras aptas para cultivo intensivo, localizadas mayormente en la planicie aluvial costera y en los valles interiores. En su mayoría todas estas tierras pueden dedicarse a cultivos anuales.

También cabe mencionar que el departamento de Santa Rosa se encuentra constantemente amenazado por inundaciones, especialmente el área donde se encuentra ubicada la Finca San Francisco las Canoas.

En relación con la biodiversidad local y áreas protegidas

Carácter (C)	Negativo	-1
Perturbación (P)	Importante	3
Importancia (I)	Mediana	2
Ocurrencia (O)	Muy Probable	3
Extensión (E)	Puntual	1
Duración (D)	Mediana	2
Reversibilidad (R)	Parcial	2
Total	Moderado	-13

El impacto que existe en la relación con la biodiversidad local y áreas protegidas es negativo moderado, esto debido que la introducción de una especie, *Jatropha curcas*, de cierta manera más extensivo puede afectar a la biodiversidad, se debe de indicar que la biodiversidad que existe en el área de influencia no son especies en peligro de extinción.

Respecto al medio social: comunidades vecinas

Carácter (C)	Neutro	0
Perturbación (P)	Baja	1
Importancia (I)	Baja	1
Ocurrencia (O)	Muy Probable	3
Extensión (E)	Puntual	1
Duración (D)	Corta	1
Reversibilidad (R)	Reversible	1
Total	Bajo	0

Con respecto al impacto identificado para las comunidades vecinas se puede determinar cómo bajo debido a que en la fase de construcción se realizará solamente la siembra del cultivo lo que generará algún tipo de movimiento de tierras pero que se mantendrán controladas mediante riegos constantes, de esta manera buscando no afectar a la población vecina.

Aspectos de paisaje

Carácter (C)	Negativo	-1
Perturbación (P)	Regular	2
Importancia (I)	Mediana	2
Ocurrencia (O)	Muy Probable	3
Extensión (E)	Puntual	1

Duración (D)	Mediana	2
Reversibilidad (R)	Reversible	1
Total	Compatible	-11

Para la valoración de los impactos del paisaje se obtuvo como resultado un impacto negativo moderado, esto debido a que existirá una deforestación del paisaje en cuanto a especies que se encontraban en el área previo a que se establecieran cultivos en la zona pero la finalidad del proyecto es cultivar otra especie que de manera natural se encuentra ahí por lo que el impacto no se considera severo.

6.4 Evaluación de impactos y síntesis

- Construcción
 - Cambio de vegetación: esto debido a la siembra de *Jatropha curcas*, aunque es nativa del área será necesario extraer vegetación que no sea necesaria o no contribuya con el proyecto.
 - Ruido: por la actividad de maquinaria pesada que puede se llegue a necesitar principalmente referente al movimiento y arado de la tierra.
 - Contaminación atmosférica: por la generación de partículas del material de construcción, en este caso por el movimiento de tierra lo cual se controlará con el uso de riego constante.
 - Cambios en el paisaje: aunque la infraestructura que se encuentra en el área, ya estaba construida previo a este proyecto, esto afecta de manera visual al paisaje, como también el hecho de la remoción de la vegetación previa para la instalación de un campo de cultivo.

- Operación
- Contaminación atmosférica: este tipo de contaminación se puede presentar durante la operación debido a que se pueden generar movimientos de tierra constante para el factor de siembra y mejoras del área, como también se deben de tomar en cuenta si se utilizan vehículos.
- Ruido: este se puede originar por los motores, en cuanto al uso de la maquinaria que extrae el aceite de las semillas, aunque se tiene en un área especial para mitigar sonidos, puede aun de esta manera afectar de manera leve.
- Consumo y contaminación hídrica: Por el consumo de agua que pueden necesitar los empleados como también para efecto de riego del cultivo. Si se comienza a generar el biocombustible a gran escala dentro de la finca los niveles de consumo de agua aumentaran de manera considerable durante la operación.
- Generación de desechos sólidos: los desechos que se generan en los sanitarios y los desechos orgánicos que pueden generar los empleados, también en esta área se deben de tomar en cuenta los desechos generados durante el proceso de generación del biocombustible, siendo la glicerina y la torta de las semillas.

- Abandono
 - Generación de desechos sólidos: por limpieza del área.
 - Contaminación atmosférica: por limpieza del área, se pueden generar una cantidad significativa de partículas de polvo.

6.5 Valoración de impactos ambientales identificados

Se utilizó la metodología de Matriz de Leopold (cuadro 4) para los impactos significativos en todas las etapas que conforman el proyecto. Para realizar un mejor análisis y valoración, se optó por desglosar cada una de las actividades de las fases de generación y operación, y en base a cada una de ellas se valoró su impacto en cada uno de los medios descritos.

6.6 Identificación de normas y legislación a cumplir

Artículos de la Constitución Política de Guatemala

Reformada por Acuerdo legislativo No. 18-93 del 17 de noviembre de 1993.

Artículo 43.- Libertad de industria, comercio y trabajo. Se reconoce la libertad de industria, de comercio y de trabajo, salvo las limitaciones que por motivos sociales o de interés nacional impongan las leyes.

Artículo 64.- Patrimonio natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la Creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

Artículo 67.- Protección a las tierras y las cooperativas agrícolas indígenas. Las tierras de las cooperativas, comunidades indígenas o cualesquiera otras formas de tenencia comunal o colectiva de propiedad agraria, así como el patrimonio familiar y vivienda popular, gozarán de protección especial del Estado, asistencia crediticia y de técnica preferencial, que garanticen su posesión y desarrollo, a fin de asegurar a todos los habitantes una mejor calidad de vida.

Las comunidades indígenas y otras que tengan tierras que históricamente les pertenecen y que tradicionalmente han administrado en forma especial, mantendrán ese sistema.

Artículo 97.- Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Artículo 118.- Principios del Régimen Económico y Social. El régimen económico y social de la República de Guatemala se funda en principios de justicia social

Artículo 43.- Libertad de industria, comercio y trabajo. Se reconoce la libertad de industria, de comercio y de trabajo, salvo las limitaciones que por motivos sociales o de interés nacional impongan las leyes

Ley de protección y mejoramiento del medio ambiental

DECRETO NUMERO 68-86

Artículo 8. Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

Artículo 15. El Gobierno velará por el mantenimiento de la cantidad del agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes para:

D) Determinar técnicamente los casos en que debe producirse o permitirse el vertimiento de residuos, basuras, desechos o desperdicios en una fuente receptora, de acuerdo a las normas de calidad del agua.

Artículo 19. Para la conservación y protección de los sistemas bióticos (o de la vida para los animales y las plantas), el

Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos relacionados con los aspectos siguientes:

A) La protección de las especies o ejemplares animales o vegetales que corran peligro de extinción;

B) La promoción del desarrollo y uso de métodos de conservación y aprovechamiento de la flora y fauna del país;

C) El establecimiento de un sistema de áreas de conservación a fin de salvaguardar el patrimonio genético nacional, protegiendo y conservando los fenómenos geomorfológicos especiales, el paisaje, la flora y la fauna;

D) La importación de especies vegetales y animales que deterioren el equilibrio biológico del país, y la exportación de especies únicas en vías de extinción;

E) El comercio ilícito de especies consideradas en peligro; y

F) El velar por el cumplimiento de tratados y convenios internacionales relativos a la conservación del patrimonio natural.

DECRETO NUMERO 90- 97

Artículo 38. Acciones. C) En relación con el ambiente, las acciones de promoción y prevención buscarán el acceso de la población con énfasis en la de mayor postergación, a servicios de agua potable, adecuada eliminación y disposición de excretas, adecuada disposición de desechos sólidos, higiene de alimentos, disminución de la contaminación ambiental.

Artículo 70. Vigilancia De La Calidad Ambiental. El Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán un sistema de vigilancia de la calidad ambiental sustentado en los límites permisibles de exposición.

Artículo 74. Evaluación De Impacto Ambiental Y Salud. El Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Municipalidades, establecerán los criterios para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, orientados a determinar las medidas de prevención y de mitigación necesarias, para reducir riesgos potenciales a la salud derivados de desequilibrios en la calidad ambiental, producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario, turístico, forestal y pesquero.

Artículo 80. Protección De Las Fuentes De Agua. El Estado, a través del Ministerio de Salud, en coordinación con las instituciones del Sector, velarán por la protección, conservación, aprovechamiento y uso racional de las fuentes de agua potable. Las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable, a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del Sector, para el logro de la cobertura universal dentro de su jurisdicción territorial, en términos de cantidad y calidad del servicio.

Artículo 81. Declaración De Utilidad Pública. El Estado a través del Ministerio de Salud, instituciones del Sector y otras, garantizará que los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, nacimientos y otras fuentes naturales de agua, puedan en base a dictamen técnico, declararse de utilidad e interés público, para el abastecimiento de agua potable en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de acuerdo con la ley específica. La servidumbre de acueducto se regulará en base al Código Civil y otras leyes de la materia.

Artículo 84. Tala De Árboles. Se prohíbe terminantemente la tala de árboles, en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riberas. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente Código

Artículo 94. Normas Sanitarias. El Ministerio de Salud con otras instituciones del sector dentro de su ámbito de competencia, establecerán las normas sanitarias que regulan la construcción de obras para la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales y establecerá de manera conjunta con las municipalidades, la autorización, supervisión y control de dichas obras.

Artículo 107. Desechos Sólidos De La Industria Y Comercio. Para el almacenamiento, transporte, reciclaje y disposición de residuos y desechos sólidos, así como de residuos industriales peligrosos, las empresas industriales o comerciales deberán contar con sistemas adecuados según la naturaleza de sus operaciones, especialmente cuando la peligrosidad y volumen de los desechos, no permitan la utilización del servicio ordinario para la disposición de los desechos generales. El Ministerio de Salud y la municipalidad correspondiente dictaminarán sobre la base del reglamento específico sobre esta materia.

Reglamento 236-2006 de Aguas Residuales y Lodos

Artículo 2. APLICACIÓN. El presente Reglamento debe aplicarse a:

- A) Los entes generadores de aguas residuales;
- B) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial a alcantarillado público;
- C) Las personas que produzcan aguas residuales para reuso;
- D) Las personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales; y
- E) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final d lodos.

Código Civil decreto-ley 106

Artículo 445. Son bienes inmuebles:

1°. El suelo, el subsuelo, el espacio aéreo, las minas mientras no sean extraídas, y las aguas que se encuentren en la superficie o dentro de la tierra;

2°. Los árboles y plantas mientras estén unidos a la tierra, y los frutos no cosechados;

3°. Las construcciones adheridas al suelo de manera fija y permanente;

4o. Las cañerías conductoras de agua, gas o electricidad, incorporadas al inmueble;

5o. Los ferrocarriles y sus vías¹⁸⁶; las líneas telegráficas y telefónicas, y las estaciones radiotelegráficas fijas;

6o. Los muelles, y los diques y construcciones que, aun cuando sean flotantes, estén destinados por su objeto y condiciones a permanecer en un punto fijo de un río, lago o costa; y

7°. Los viveros de animales, palomares, colmenares, estanques de peces o criaderos análogos, cuando el propietario los haya colocado o los conserve con el propósito de mantenerlos unidos de modo permanente a la finca.¹⁸

Artículo 479. Nadie puede construir a menos de dos metros de distancia de una pared ajena o medianera, aljibes,²¹⁰ pozos, cloacas, letrinas, acueductos, hornos, fraguas, chimeneas, establos ni depósitos de agua ni de materias corrosivas, sin construir las obras de resguardo necesarias, y con sujeción a cuantas condiciones se prevengan en los reglamentos de policía y de sanidad. Dentro de poblado se prohíbe depositar materias inflamables o explosivas, salvo que lo establezcan reglamentos especiales; e instalar máquinas y fábricas para trabajos industriales que sean peligrosos, nocivos o molestos.

Artículo 581. Todo propietario puede abrir pozos dentro de sus fincas, para obtener y elevar aguas subterráneas, y efectuar cualquiera otra obra con el objeto de buscar el alumbramiento de dichas aguas, pero sin que tales trabajos puedan mermar o distraer aguas públicas o privadas de su corriente superficial natural que se destinan a un servicio público o a un aprovechamiento particular preexistente, con título legítimo, en cuyo caso, la autoridad, a solicitud de los interesados, podrá ordenar la suspensión de la obra.

Artículo 583. Los pozos no deberán perforarse a menor distancia de dos metros entre uno y otro dentro de las poblaciones, y de quince metros, por lo menos, en el campo.

Ley Forestal

DECRETO NUMERO 101-96

Artículo 66.- Obligaciones en la explotación de recursos naturales no renovables.

Las personas que se dediquen a la explotación de recursos naturales no renovables o las que hagan obras de infraestructura en áreas con bosque, están obligadas a reforestar las áreas que utilicen conforme se elimine la cubierta arbórea y a proporcionarles mantenimiento durante un mínimo de cuatro años, lo que deberá estipularse en la concesión, licencia o contrato o cualquier otro negocio jurídico vinculado a la explotación o las obras de que se trate, incluyendo una fianza específica de cumplimiento. Si las condiciones del terreno fueren adversas al establecimiento real del nuevo bosque, la reforestación se hará en área de igual extensión, localizada en la jurisdicción del mismo municipio o departamento, como segunda opción.

Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable

Decreto Número 52-2003

Artículo 1. Urgencia e interés nacional. Se declara de urgencia e interés nacional el desarrollo racional de los recursos energéticos renovables. El órgano competente estimulará, promoverá, facilitará y creará las condiciones adecuadas para el fomento de inversiones que se hagan con ese fin.

Artículo 2. Objeto. La presente Ley tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto.

Artículo 3. Desarrollo. Para lograr el objetivo establecido en la presente Ley, el Ministerio de Energía y Minas deberá:

C) Fomentar y facilitar las inversiones para el desarrollo de generación de electricidad a través del uso racional de recursos energéticos renovables.

D) Propiciar la oferta energética nacional a través de recursos renovables contribuyendo con esto a una mayor independencia nacional con relación a los combustibles importados.

Artículo 5. Incentivos. Las Municipalidades, el Instituto Nacional de Electrificación - INDE-, Empresas Mixtas, y las personas individuales y jurídicas que realicen proyectos de energía con recursos energéticos renovables gozarán de los siguientes incentivos:

A) Exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado -IVA-, cargas y derechos consulares sobre la importación de maquinaria y equipo, utilizados exclusivamente para la generación de energía en el área donde se ubiquen los proyectos de energía renovable. Previamente a la importación de la maquinaria y equipo que sean necesarios para desarrollar los proyectos de energía renovable, en cada caso las personas individuales y jurídicas que los realicen deberán solicitar la aplicación de la exención a la Superintendencia de Administración Tributaria - SAT, quien se encargará de calificar y autorizar la importación. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva durante el período de preinversión y el período de construcción, el cual no excederá de diez (10) años.

B) Exención del pago del Impuesto Sobre la Renta. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva a partir de la FIE, por un período de diez (10) años. Esta exención únicamente se otorga a las personas individuales y jurídicas que desarrollen directamente los proyectos y solamente por la parte que corresponda a dicho proyecto, ya que la exención no aplica a las demás actividades que realicen.

Artículo 6. Certificado de reducción de emisiones. Los certificados de reducción de emisiones pertenecerán a los propietarios de los proyectos, quienes de esa forma se beneficiarán de la comercialización de los mismos. Estos certificados serán emitidos por el órgano competente, de conformidad a la cuantificación de las emisiones reducidas o desplazadas por el proyecto.

Reglamento técnico centroamericano para biodiésel

Artículo 2. Campo de aplicación. Se aplica al Biodiésel (B100) para ser utilizado o comercializado como combustible, en motores diésel diseñados o adaptados para utilizarlo en forma pura, o como componente de mezcla con el Aceite Combustible Diésel especificado en el RTCA 75.02.17:06.

Artículo 5. Ente nacional competente. En Guatemala: Ministerio de Energía y Minas; en El Salvador: Dirección de Hidrocarburos y Minas del Ministerio de Economía; en Honduras: Secretaría de Industria y Comercio; en Nicaragua: Ministerio de Energía y Minas; en Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía en tanto el Biodiésel sea utilizado como carburante; dichas funciones podrán ser ejercidas por sus sucesores o por las entidades a quienes en el futuro, según la legislación nacional se les asigne específicamente estas funciones.

Artículo 6. Uso de B100 y relación de mezcla. Cada país miembro de la Región Centroamericana, tendrá la potestad de definir si utiliza el Biodiésel (B100) en motores diésel diseñados o adaptados para utilizarlo en forma pura, como componente de mezcla con Aceite Combustible Diésel o ambos. Sin embargo, el producto de la relación de mezcla de hasta un 0,05 de fracción de volumen (5 % volumen) de Biodiésel (B100) con Aceite Combustible Diésel, debe cumplir con las especificaciones del RTCA 75.02.17:06 "Productos de Petróleo. Aceite Combustible Diésel.

Mezclas con porcentajes superiores al 0,05 de fracción de volumen (5 % volumen) de Biodiésel (B100) con Aceite Combustible Diésel, deben cumplir con las especificaciones establecidas por el Ente Nacional Competente de cada país miembro de la Región Centroamericana.

Artículo 7. Características.

Especificación de calidad para el Biodiesel (B100)^A

Características	Unidades	Método de Análisis	Valores
Aditivos	-----	-----	Reportar ^B
Contenido de ésteres	fracción de masa (% masa)	EN 14103	0,965 (96,5) mín.
Gravedad API a 15,56 °C (60 °F) o Densidad a 15 °C	°API kg/m ³	ASTM D-287 ASTM D-1298	Reportar
Estabilidad a la oxidación, 110 °C	H	EN 14112	6,0 min.
Punto de inflamación ("Flash point")	°C	ASTM D 93	130,0 mín. ^C
Agua y sedimentos	fracción de volumen (% volumen)	ASTM D 2709	0,00050 (0,050) máx.
Viscosidad cinemática a 40 °C.	mm ² /s	ASTM-D 445	1,9 – 6,5 ^D
Ceniza sulfatada	fracción de masa (%)	ASTM D 874	0,00020 (0,020) máx.
Contenido de azufre total ^E	mg/kg	ASTM D 5453	15 máx.
Corrosión tira de cobre, 3 h, 50 °C	-----	ASTM D 130	Nº 3 máx.
Número de cetano	-----	ASTM D 613	47 mín.

Punto de enturbamiento ^F	°C	ASTM D 2500	Reportar
Residuo de carbón ^G	fracción de masa (% masa)	ASTM D 4530	0,00050 (0,050) máx.
Número ácido	mg KOH / g	ASTM D 664	0,50 máx.
Glicerina libre	fracción de masa (% masa)	ASTM D 6584	0,00020 (0,020) máx.
Glicerina total	fracción de masa (% masa)	ASTM D 6584	0,00240 (0,240) máx.
Contenido de fósforo	fracción de masa (% masa)	ASTM D 4951	0,00001 (0,001) máx.
Temperatura de destilación, temperatura equivalente atmosférica, 90% recuperado	°C	ASTM D 1160	360 máx.
Sodio (Na) y potasio (K) combinados	mg/kg	EN 14538	5 máx.
Calcio (Ca) y magnesio (Mg) combinados	mg/kg	EN 14538	5 máx.

a) Si para cumplir condiciones especiales de operación de equipos que requieran, por razones técnicas, especificaciones de calidad diferentes a las indicadas en esta tabla, el Ente Nacional Competente podrá autorizar mediante resolución razonada, la modificación de las mismas.

b) La información que se debe presentar para cada aditivo que se agregó a este producto es la siguiente:

- Hoja de Datos de Seguridad del Material ("Material Safety Data Sheet")
- Proporción agregada del aditivo (mezcla)
- Propiedad del producto que el aditivo genera o mejora en el mismo, ejemplo: antioxidante, biocida, etc.;

Para una completa información sobre contaminación microbiana referirse a la Guía ASTM D 6469. Esta información debe ser proporcionada al Ente Nacional Competente, cada vez que se cambia el aditivo.

c) Todo resultado fuera del valor especificado hace obligatorio realizar la determinación de contenido de alcohol mediante la norma EN 14110 y el resultado debe ser 0,0020 fracción masa (0,20% masa) máximo.

- d) El límite superior de viscosidad cinemática de 6.5 mm² /s, es más alto que el del Diésel base petróleo y debe ser tomado en cuenta cuando sea utilizado para mezcla.
- e) El B100 es esencialmente libre de azufre.
- f) El punto de enturbamiento de Biodiésel es generalmente más alto que el del Diésel base petróleo y debe ser tomado en cuenta cuando sea utilizado para mezcla.
- g) El residuo de carbón debe ser obtenido del 100% de la muestra.

Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático

Artículo 2

1. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3:
 - a) Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional
 - b) Promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático
 - c) Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales
 - d) Limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía;
2. Las Partes incluidas en el anexo I se empeñaran en aplicar las políticas y medidas a que se refiere el presente artículo de tal manera que se reduzcan al mínimo los efectos adversos, comprendidos los efectos adversos del cambio climático, efectos en el comercio internacional y repercusiones sociales, ambientales y económicas, para otras Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo y en particular las mencionadas en los párrafos 8 y 9 del artículo 4 de la Convención, teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 3 de la Convención. La

Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo podrá adoptar otras medidas, según corresponda, para promover el cumplimiento de lo dispuesto en este párrafo.

Artículo 3

1. Las Partes incluidas en el anexo I se aseguraron, individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropogénicas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas en el anexo B y de conformidad con lo dispuesto en el presente artículo, con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.
2. Cada una de las Partes incluidas en el anexo I deber poder demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en virtud del presente Protocolo.
3. Las variaciones netas de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero que se deban a la actividad humana directamente relacionada con el cambio del uso de la tierra y la silvicultura, limitada a la forestación, reforestación y deforestación desde 1990, calculadas como variaciones verificables del carbono -4- almacenado en cada período de compromiso, serán utilizadas a los efectos de cumplir los compromisos de cada Parte incluida en el anexo I dimanantes del presente artículo.
Se informar· de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero que guarden relación con esas actividades de una manera transparente y verificable y se las examinar de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 8.
4. Antes del primer período de sesiones de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo, cada una de las Partes incluidas en el anexo I presentar· al órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico, para su examen, datos que permitan establecer el nivel del carbono

almacenado correspondiente a 1990 y hacer una estimación de las variaciones de ese nivel en los años siguientes. En su primer período de sesiones o lo antes posible después de éste, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo determinar las modalidades, normas y directrices sobre la forma de sumar o restar a las cantidades atribuidas a las Partes del anexo I actividades humanas adicionales relacionadas con las variaciones de las emisiones por las fuentes y la absorción por los sumideros de gases de efecto invernadero en las categorías de suelos agrícolas y de cambio del uso de la tierra y silvicultura y sobre las actividades que se hayan de sumar o restar, teniendo en cuenta las incertidumbres, la transparencia de la presentación de informes, la verificabilidad, la labor metodológica del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, el asesoramiento prestado por el órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de conformidad con el artículo 5 y las decisiones de la Conferencia de las Partes. Tal decisión se aplicará en los períodos de compromiso segundo y siguientes. Una Parte podrá optar por aplicar tal decisión sobre estas actividades humanas adicionales para su primer período de compromiso, siempre que estas actividades se hayan realizado desde 1990.

5. Las Partes incluidas en el anexo I que estén en vías de transición a una economía de mercado y que hayan determinado su año o período de base con arreglo a la decisión 9/CP.2, adoptada por la Conferencia de las Partes en su segundo período de sesiones, utilizaron ese año o período de base para cumplir sus compromisos dimanantes del presente artículo.

Toda otra Parte del anexo I que esté en transición a una economía de mercado y no haya presentado aún su primera comunicación nacional con arreglo al artículo 12 de la Convención podrá también notificar a la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo que tiene la intención de utilizar un año o período histórico de base distinto del año 1990 para cumplir sus compromisos dimanantes del presente artículo. La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo se pronunciará sobre la aceptación de dicha notificación.

6. Teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo 6 del artículo 4 de la Convención, la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo conceder un cierto grado de flexibilidad a las Partes del anexo I que están en transición a una economía de mercado para el cumplimiento de sus compromisos dimanantes del presente Protocolo, que no sean los previstos en este artículo.
7. En el primer período de compromiso cuantificado de limitación y reducción de las emisiones, del año 2008 al 2012, la cantidad atribuida a cada Parte incluida en el anexo I ser igual al porcentaje consignado para ella en el anexo B de sus emisiones antropogénicas agregadas, -5- expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero enumerados en el anexo A correspondientes a 1990, o al año o período de base determinado con arreglo al párrafo 5 supra, multiplicado por cinco. Para calcular la cantidad que se les ha de atribuir, las Partes del anexo I para las cuales el cambio del uso de la tierra y la silvicultura constituían una fuente neta de emisiones de gases de efecto invernadero en 1990 incluirán en su año de base 1990 o período de base las emisiones antrópicas agregadas por las fuentes, expresadas en dióxido de carbono equivalente, menos la absorción por los sumideros en 1990 debida al cambio del uso de la tierra. 8. Toda Parte incluida en el anexo I podrá utilizar el año 1995 como su año de base para los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre para hacer los cálculos a que se refiere el párrafo 7 supra.

Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Decreto 7-2013.

Artículo 6. Principios.

- a) “In dubio, Pro Natura”: Principio de acción en beneficio del ambiente y naturaleza que obliga a que ante la duda que una acción u omisión pueda afectar el ambiente

o los recursos naturales, las decisiones que se tomaran deben de ser en sentido de protegerlos.

- b) “Precaución”: Se tomaran medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos.
- c) “Quien contamina paga y rehabilita”: Principio que obliga que una vez establecido el daño causado, el responsable esta obligado a resarcirlo teniendo en cuenta el interés público.
- d) “Capacidad de soporte”: No sobrepasar los límites de capacidad de carga de los ecosistemas.

Artículo 7. Investigación. Todas las entidades del sector público dedicadas al estudio, investigación y aplicación científica y tecnológica, diseñaran e implementaran planes, programas, proyectos, acciones y actividades para: mejorar la gestión de riesgo, reducir la vulnerabilidad, mejorar la adaptación y contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Artículo 18. Plan Nacional de Energía. MEM en coordinación con MARN y con SEGEPLAN, elaboraran el Plan Nacional de Energía para la Producción y el Consumo basado en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, la promoción de tecnologías para la eficiencia y el ahorro energético y la reducción de gases de efecto invernadero.

Artículo 19. Compensación de emisiones. Cuando las emisiones de gases de efecto invernadero proveniente de la quema de combustibles fósiles, sean mayores que las que se producirían si fuere hecho por combustibles no fósiles, se deberán compensar mediante el desarrollo de proyectos y actividades que reduzcan o absorban dichas emisiones. El MARN desarrollará un programa de incentivos que motive actividades voluntarias de reducción o absorción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Artículo 21. El transporte público y privado y su integración a la mitigación de gases de efecto invernadero. El MARN junto al CIV emitirán la normativa que regule las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte público colectivo e individual. El MINFIN y la SAT propondrán la normativa para establecer un programa de incentivos fiscales y subsidios enfocado en el uso de energías limpias para el transporte público y privado.

6.7 Determinación de los criterios de desempeño ambiental

Sistema Ambiental afectado	Indicador de Desempeño
Lítico y edáfico	Verificación de los desechos como también medidas de re utilización o reciclaje de los productos posibles.
Hídrico	<p>Verificación y mantenimiento de la disposición desechos líquidos a través del pozo de absorción y fosas sépticas.</p> <p>Medición constante de niveles de agua extraída de los pozos propios.</p> <p>Utilización concientizada del uso de agua tanto para uso del personal como uso de formas de riego que busquen el ahorro del agua como es el método por goteo.</p>
Atmosférica	<p>En cuanto al uso de vehículos, que es mínimo, se deben de verificar constantemente si su funcionamiento es correcto para evitar la emisión excesiva de gases.</p> <p>En cuanto al tema de partículas es necesario realizar las siembras con los instrumentos adecuados como también evitar el movimiento de tierras innecesario.</p>
Biótico	Verificación de las especies de fauna, buscando que no se encuentre en un número bajo de población en el área local.
Paisaje	Reportes de la reforestación y conteos en campo del número y especies de árbol sembrado.

Medidas de mitigación

Sistema edáfico y lítico: el principal impacto en el suelo deberá a la remoción de cobertura vegetal, y de esta manera realizar la construcción, también se realizaran movimientos de tierra, excavaciones lo que provocara generación de desechos. La introducción de *Jatropha curcas* se puede establecer como un plan de reforestación en el área.

En cuanto a la generación de desechos sólidos principalmente se pueden mencionar de tipo orgánico en su mayoría por lo que es necesario que sean tratados de una manera correcta buscando principalmente el reuso de materiales, los cuales lo permitan.

Sistema hídrico:

También se puede ver afectado por la generación de aguas residuales, aunque no son categorizadas como aguas con agente peligrosos es importante un adecuado tratamiento de estas para no afectar a cuerpos receptores.

El uso del agua para el riego del cultivo, aunque esta es resistente a condiciones extremas, en algunos casos si es necesario el riego pero la manera más eficiente para realizarlo es mediante el método de goteo. En cuanto al uso de para la generación del biocombustible ya en si el uso si es considerable, lo que puede generar el mayor impacto a nivel ambiental.

Medio atmosférico: en cuanto a las emisiones serán principalmente provocadas por la maquinaria a utilizar, lo cual puede controlarse si la maquinaria no tiene desperfectos mecánicos e incluso algunas veces se pueden conectar filtros evitando que los gases sean emitidos al ambiente de manera directa. También se presenta polvo debido al movimiento de tierras pero esto se puede resolver mediante la técnica de regado.

Sistema biótico: En cuanto a la fauna, gran parte ya no se encuentra en el área debido a la presencia antropogénica, pero mediante la plantación de especies, puede que una cantidad de aves regresen o fauna que se quede en el área tenga hábitats.

Sistema paisajístico: Aunque el área ya se encontraba previamente afectada por actividad antropogénica, cabe mencionar la importancia de convertir el área en un lugar más aceptable paisajísticamente, en este caso este es uno de los aspectos que su impacto puede ser positivo ya que se sembrara una planta originaria de la zona lo que puede contribuir de manera directa a la fauna.

Sistema económico- social: puede generar ciertos beneficios al área debido a los ingresos económicos que esto puede generar, pero es de vital importancia previo a la realización de estos proyectos obtener la opinión de la población aledaña, ya que muchas veces no se hace este procedimiento y posterior surgen problemáticas.

Tareas y metas para cumplir cada medida de mitigación.

Compromisos Ambientales	Medidas de Mitigación	Medidas de Contingencia	Lineamientos Ambientales
<u>Lítico y Edáfico</u> Reducción al máximo de desechos sólidos.	Reciclado de desechos sólidos obtenidos.	Reciclaje de los residuos o aprovechamiento de los recursos.	Protección del suelo y los recursos que a este pertenezcan evitando la erosión o degradación de los sistemas.
<u>Hídrico:</u> Reducción al máximo de desechos sólidos y líquidos.	Tratado de aguas residuales por pozos de absorción y fosas sépticas.	Contratación de una empresa encargada del tratamiento y evaluación del pozo de absorción evitando de esta manera la contaminación de manto freático.	Protección de agua y conservación del sistema hídrico y los ecosistemas que ahí puedan vivir.
<u>Atmosféricos:</u> Eliminar las partículas en suspensión en la atmosfera y las	Mantenimiento de maquinaria y equipos. Riego periódico. Uso de sonido que no llegue a más de 80	Monitoreo de las emisiones atmosféricas.	Protección a la atmosfera mediante el control de gases emitidos, protección a la

emisiones sonoras que puedan llegar a ruido en las fases de construcciones y operación.	decibles en horas hábiles de 7:00 am a 16:30 p.m.		salud del trabajador.
<u>Biótico:</u> Respetar y preservar las especies presentes en el sitio.	Reforestación planificada para reposición y/o sustitución de hábitats. Trabajar solo en horas hábiles y respetar horarios de trabajo.	Evaluar las medidas a tomar identificando los objetivos primordiales de conservación	Buscar la preservación y conservación del área.
<u>Paisaje:</u> Implementar las medidas de mitigación propuestas en los tiempos establecidos.	Reforestación planificada para minimizar y/o compensar la ruptura del paisaje.	Evaluar las medidas a tomar identificando los objetivos primordiales de conservación	Determinar mejoras paisajísticas, para que el proyecto no afecte la calidad visual de gran manera.

Anexo 7. Entrevistas a Instituciones.

Entrevista dirigida al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN-

Entrevistada: Lucia España

1. **¿Existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“En temas de regulación de biodiésel yo no conozco ninguna iniciativa o norma que regule la producción de biodiésel proveniente de ningún tipo en el país”.

2. **¿Existe alguna normativa que regule el proceso de transesterificación de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“No tengo conocimiento sobre el proceso de transesterificación por lo cual no cuento con la información sobre la existencia de alguna normativa que lo regule”.

3. **¿Hay algún incentivo fiscal o de alguna naturaleza que promueva la generación de biocombustibles renovables? Sí. ¿Cuáles? No. ¿Por qué?**

“No existe ningún incentivo fiscal que promueva la generación de biocombustible debido primordialmente a que el tema en Guatemala no ha tenido la importancia que merece”.

4. **¿Existe alguna posibilidad de que haya desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible?**

“La posibilidad siempre existe, debido a que el territorio es pequeño y con grandes territorios privados, si esto fuera una producción que generará mucho dinero este escenario se podría dar”.

Entrevista dirigida al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN-

Entrevistada: Blanca Salazar

1. **¿Existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“No existe ninguna iniciativa o norma que regule la producción de biodiésel proveniente de *Jatropha curcas* en el país”.

2. **¿Existe alguna normativa que regule el proceso de transesterificación de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**
“Considero que no debe de existir ninguna normativa que trate el tema de transesterificación en el país”.
3. **¿Hay algún incentivo fiscal o de alguna naturaleza que promueva la generación de biocombustibles renovables? Sí. ¿Cuáles? No. ¿Por qué?**
“No existe ningún incentivo fiscal que promueva la generación de biocombustible ero considero la importancia de la generación de algún plan que promueva esto y beneficie directamente a los productores”.
4. **¿Existe alguna posibilidad de que haya desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible?**
“Claro que existe siempre esa posibilidad, tratándose con cualquier cultivo que pueda generar ingresos considerables al país”.

Entrevista dirigida al Ministerio de Energía y Minas -MEM-

Entrevistado: Francisco Pedroza

1. **¿Existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**
“Para el tema de biocombustibles directamente una ley generada en el país no existe pero se puede mencionar el Reglamento Técnico Centroamericano para biodiésel, el cual aún se encuentra vigente y establece ciertos puntos de importancia en cuanto al tema de biocombustibles”.
2. **¿Existe alguna normativa que regule el proceso de transesterificación de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**
“No existe ninguna normativa que regule este proceso, debido a que se debe de destacar que el tema de biocombustibles en el país es relativamente nuevo por lo cual aún se tiene que estudiar a profundidad para poder generar normativas que sean de beneficio”.

3. **¿Hay algún incentivo fiscal o de alguna naturaleza que promueva la generación de biocombustibles renovables? Sí. ¿Cuáles? No. ¿Por qué?**

“Existe la Ley de Incentivos eléctricos que favorece a las hidroeléctricas de exención de algunos impuestos o beneficios que se les puedan proporcionar, pero, directamente para el tema de biocombustibles aún no hay una ley directa que beneficie la generación de estos”.

4. **¿Existe alguna posibilidad de que haya desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible?**

“Esta posibilidad siempre se encuentra latente, en el país existen varios ejemplos de cultivos desplazados entre ellos la palma, la cual cabe destacar que es principalmente para la extracción de aceite alimenticio o incluso se puede mencionar la caña, es inevitable que si se quiere realizar un cultivo a gran escala para la generación de biocombustible será necesario la remoción de otros cultivos”.

Entrevista dirigida al Ministerio de Energía y Minas -MEM-

Entrevistado: Luis Figueroa

1. **¿Existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“En Guatemala no existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en general”.

2. **¿Existe alguna normativa que regule el proceso de transesterificación de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“No existe ninguna normativa que regule este proceso”.

3. **¿Hay algún incentivo fiscal o de alguna naturaleza que promueva la generación de biocombustibles renovables? Sí. ¿Cuáles? No. ¿Por qué?**

“Para esto cabe mencionar la importancia de la realización de una Ley que beneficie directamente a los generadores de biocombustibles, pero también establecer parámetros de calidad y proponer el uso de los productos obtenidos a las grandes petroleras, ejemplo, hay una empresa en Guatemala que ya mezcla el 5% de etanol”.

4. **¿Existe alguna posibilidad de que haya desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible?**

“El ejemplo que se puede dar en este momento para el país es la situación con la palma africana, el empoderamiento de tierras que ha tenido los últimos años y la sustitución de algunos cultivos, por lo cual cabe mencionar que esta posibilidad siempre existe el momento de generar este tipo de proyectos”.

Entrevista dirigida al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.

Entrevistado: Luis Felipe Jiménez

1. **¿Existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“Que yo conozca no existe ninguna normativa de este tipo”.

2. **¿Existe alguna normativa que regule el proceso de transesterificación de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“No existe regulaciones para el proceso de transesterificación”.

3. **¿Hay algún incentivo fiscal o de alguna naturaleza que promueva la generación de biocombustibles renovables? Sí. ¿Cuáles? No. ¿Por qué?**

“Enfocado directamente en el tema de biodiésel no hay”.

4. **¿Existe alguna posibilidad de que haya desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible?**

“Esta posibilidad siempre existe con cualquier cultivo a gran escala que se piense implementar”.

Entrevista dirigida al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-

Entrevistado: Mario Sánchez

1. **¿Existe alguna normativa que regule la producción de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“Para este tema de biocombustibles en general aún faltan regulaciones específicas que regulen”.

2. **¿Existe alguna normativa que regule el proceso de transesterificación de biodiésel en Guatemala mediante el cultivo de *Jatropha curcas*? ¿Cuáles?**

“Por el poco conocimiento que existe sobre biocombustibles estos procesos aun no cuentan con regulaciones”.

3. **¿Hay algún incentivo fiscal o de alguna naturaleza que promueva la generación de biocombustibles renovables? Sí. ¿Cuáles? No. ¿Por qué?**

“No hay incentivos”.

4. **¿Existe alguna posibilidad de que haya desplazamiento de cultivos tradicionales por sustitución de plantas generadoras de biocombustible?**

“En este caso se puede explicar el caso de palma africana y caña de azúcar en Petén en donde ya fueron desplazados los bosques naturales que se encontraban en la zona”.