

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL 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.

EDVIN FRANCISCO ORELLANA ORTIZ

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL 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.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

EDVIN FRANCISCO ORELLANA ORTIZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñónez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Bachiller Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL V	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, octubre de 2011

Guatemala, octubre de 2011

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL 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.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Edvin Francisco Orellana Ortíz

AGRADEZCO Y DEDICO EL TRABAJO DE GRADUACIÓN Y EL PRESENTE ACTO

A:

BLANCA ALICIA ORTIZ COLINDRES

(Viva por siempre en mis recuerdos)

Una mujer de incalculable valor,
una licenciada en las ciencias del amor
la inquebrantable
la irrefutable
mi madre,
musa inspiradora
de todos mis logros
carisma arrolladora,
regalo concebido a mi vida
fortaleza oportuna en mis momentos de dolor
gracias, gracias, gracias.
Te amo mamá
y te amaré por siempre,
que el todopoderoso te siga cobijando en sus brazos.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	VII
CAPÍTULO I: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA PLANTA PROCESADORA DE BIODIESEL Y DE LAS PARCELAS DE PIÑÓN (<i>Jatropha curcas</i> L.) DE LOS MIEMBROS DE LA SOCIEDAD ANÓNIMA “MAZAT AGUÍ”, UBICADAS EN COMUNIDADES DE MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	1
1.1 PRESENTACIÓN	3
1.2 MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1 UBICACIÓN	4
1.2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	4
1.2.3 EXTENSIÓN Y LÍMITES.....	4
1.2.4 POBLACIÓN	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 GENERAL	5
1.3.2 ESPECÍFICOS	5
1.4 METODOLOGÍA Y RECURSOS.....	6
1.4.1 ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA PROCESADORA.....	6
1.4.1.1 <i>Obtención de información primaria</i>	6
1.4.1.2 <i>Obtención de información secundaria</i>	6
1.4.2 PARTICIPACIÓN DE LOS SOCIOS Y DISPONIBILIDAD DE PLANTAS.....	6
1.4.2.1 <i>Obtención de información primaria</i>	7
1.4.2.2 <i>Obtención de información secundaria</i>	7
1.4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	7
1.4.3.1 <i>Obtención de información primaria</i>	7
1.4.3.2 <i>Priorización de los problemas encontrados</i>	8
1.4.3.3 <i>Identificación de las posibles soluciones</i>	8
1.4.5 RECURSOS	8

CONTENIDO	PÁGINA
1.4.5.1 <i>Recursos físicos</i>	8
1.4.5.2 <i>Recursos humanos</i>	8
1.5 RESULTADOS	9
1.5.1 ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA PROCESADORA DE BODIESEL.....	9
1.5.1.1 <i>Estado en el que se encontró la planta</i>	9
1.5.1.2 <i>Limpieza de la planta</i>	10
1.5.1.3 <i>Después de la limpieza</i>	10
1.5.1.4 <i>Inventario de materiales, equipo y reactivos que hay en la planta:</i>	11
1.5.2 PARTICIPACIÓN DE LOS SOCIOS Y DISPONIBILIDAD DE PLANTAS)	12
1.5.2.1 <i>Total de socios visitados</i>	12
1.5.3 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA Y PROPUESTA	14
1.5.3.1 <i>Identificación y delimitación de los problemas encontrados</i>	14
1.5.3.2 <i>Priorización de los problemas encontrados</i>	16
1.6 CONCLUSIONES	19
1.7 RECOMENDACIONES	21
1.8 BIBLIOGRAFÍA	23
CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BODIESEL A BASE DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE PIÑÓN (<i>Jatropha curcas</i> L.) PREVIO A SER ELABORADO POR LA PLANTA PROCESADORA DE LA SOCIEDAD ANÓNIMA MAZAT AGUÍ, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	25
2.1 INTRODUCCIÓN	27
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
2.3 MARCO TEÓRICO	29
2.3.1 MARCO CONCEPTUAL	29
2.3.1.1 <i>Sostenibilidad</i>	29
2.3.1.2 <i>Producción de biodiesel</i>	40

CONTENIDO	PÁGINA
2.3.2 MARCO REFERENCIAL	44
2.3.2.1 Referencial geográfico	44
2.3.2.2 Referencial contextual.....	54
2.4 OBJETIVOS.....	60
2.4.1 GENERAL	60
2.4.2 ESPECÍFICOS	60
2.5 METODOLOGÍA	61
2.5.1 SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL	61
2.5.1.1 Sostenibilidad técnica.....	62
2.5.1.2 Sostenibilidad económica.....	63
2.5.1.3 Sostenibilidad social.....	63
2.5.1.4 Sostenibilidad ambiental	64
2.5.1.5 Determinación de puntos críticos e indicadores.....	65
2.6 RESULTADOS.....	70
2.6.1 SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL	70
2.6.1.1 Caracterización del sistema	70
2.6.1.2 Determinación de puntos críticos e indicadores.....	71
2.6.1.3 Resultados de la medición de los indicadores	71
2.6.3.4 Integración de los resultados	86
2.7 CONCLUSIONES	91
2.8 RECOMENDACIONES	93
2.9 BIBLIOGRAFÍA	95
CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS COMO APOYO A LA SOCIEDAD ANÓNIMA “MAZAT AGUÍ”, PARA LA REACTIVACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA DE BIODIESEL A BASE DE PIÑÓN (<i>Jatropha curcas</i> L.), EN MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A..	97

CONTENIDO	PÁGINA
3.1 PRESENTACIÓN.....	99
3.2 OBJETIVO GENERAL	100
3.3 RESULTADOS DE LOS SERVICIOS.....	101
3.3.1 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO DE PIÑÓN.....	101
3.3.1.1 <i>Objetivo específico</i>	101
3.3.1.2 <i>Metodología</i>	101
3.3.1.3 <i>Resultados</i>	101
3.3.1.4 <i>Evaluación</i>	103
3.3.2 CAPACITACIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA	104
3.3.2.1 <i>Objetivo específico</i>	104
3.3.2.2 <i>Metodología</i>	104
3.3.2.3 <i>Resultados</i>	104
3.3.2.4 <i>Evaluación</i>	104
3.3.3 ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL .	106
3.3.3.1 <i>Objetivo específico</i>	106
3.3.3.2 <i>Metodología</i>	106
3.3.3.3 <i>Resultados</i>	106
3.3.3.4 <i>Evaluación</i>	107
3.3.4 REUNIONES DE TRABAJO CON EL PROYECTO SENACYT	108
3.3.4.1 <i>Objetivo específico</i>	108
3.3.4.2 <i>Metodología</i>	108
3.3.4.3 <i>Resultados</i>	108
3.3.4.4 <i>Evaluación</i>	109
3.4 CONCLUSIONES	111
ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Inventario.....	11
Cuadro 2. Socios visitados.....	12
Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas.....	16
Cuadro 4. Priorización de Problemas.....	16
Cuadro 5. Matriz de identificación de posibles soluciones.....	17
Cuadro 6. Datos de población.....	46
Cuadro 7. Servicios básicos, abastecimiento de agua.....	47
Cuadro 8. Servicios básicos, disposición final de excretas.....	48
Cuadro 9. Servicios básicos, disposición final de basuras.....	48
Cuadro 10. Servicios básicos, iluminación artificial.....	48
Cuadro 11. Zonas de vida, Holdridge.....	52
Cuadro 12. Zonas de vida, Holdridge.....	52
Cuadro 13. Matriz de puntos críticos e indicadores.....	65
Cuadro 14. Resumen de la ponderación de los atributos en el proyecto.....	68
Cuadro 15. Resumen de la ponderación de los indicadores en cada atributo.....	68
Cuadro 16. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Adaptabilidad.....	74
Cuadro 17. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Estabilidad.....	77
Cuadro 18. Costo de obtención de aceite para biodiesel.....	78
Cuadro 19. Costo de la titulación.....	78
Cuadro 20. Costo de obtención de un galón de biodiesel.....	78
Cuadro 21. Tiempo total para producir biodiesel en la transesterificadora.....	82
Cuadro 22. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Productividad.....	83
Cuadro 23. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Equidad.....	84
Cuadro 24. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Autogestión.....	85
Cuadro 25. Cálculo del índice de sostenibilidad total del proyecto.....	86
Cuadro 26. Cuadro comparativo del nivel de sostenibilidad.....	86
Cuadro 27. Codificación de los indicadores presentados en la gráfica.....	89
Cuadro 28. Costos para el establecimiento de una parcela de piñón.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Estado en el que se encontró la planta.....	9
Figura 2. Limpieza de la planta	10
Figura 3. Vista de la planta después de la limpieza	10
Figura 4. Áreas estratégicas para el análisis de la sostenibilidad del Proyecto	32
Figura 5. Estructura operativa: la relación entre atributos e indicadores	38
Figura 6. El ciclo de evaluación	39
Figura 7. Mapa de ubicación del Municipio de Masagua, Escuintla.....	53
Figura 8. Gráfica de integración de los resultados de los indicadores (amiba)	88
Figura 9. Capacitación sobre implementación de parcelas.....	103
Figura 10. Implementación de parcelas demostrativas	103
Figura 11. Demostración sobre el uso de la transesterificadora	105
Figura 12. Demostración del uso de la extrusora.....	105
Figura 13. Obtención de aceite y torta de piñón	106
Figura 14. Proceso de obtención de biodiesel	107
Figura 15. Visita a Camotán, Chiquimula, Guatemala	109
Figura 16. Visita a Masagua, Escuintla, Guatemala	109

TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL 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.

RESUMEN

El presente documento, corresponde al trabajo realizado en la planta procesadora de biodiesel perteneciente a la Sociedad Anónima Mazat Aguí, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala realizado del mes de agosto 2010 al mes de mayo de 2011. Las actividades ejecutadas se resumen en cada uno de los tres capítulos descritos que abarcan el análisis situacional, la evaluación de la sostenibilidad de la producción de biodiesel y diversas actividades encaminadas a la reactivación de la planta.

Del análisis situacional se menciona que originalmente la Sociedad Anónima “Mazat Aguí” surgió para coordinar un proyecto que impulsaría la extracción de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) con el fin de producir biodiesel, e inició sus actividades organizacionales con la participación activa de 28 socios, actualmente cuenta con 12 socios activos que mantienen el entusiasmo de continuar con el proyecto de producción de biodiesel. Por medio del Proyecto “Alimentos para el Progreso” de la Universidad Texas A&M, la Sociedad recibió apoyo para la implementación de la planta, pero después de ser implementada, la misma quedó inactiva por espacio de un año y medio. La inactivación fue por problemas en la extracción de aceite por el mal funcionamiento mecánico de la máquina extrusora (máquina que extrae aceite de la semilla) y por el desconocimiento acerca del funcionamiento de la máquina transesterificadora (máquina que realiza el proceso de elaboración de biodiesel). Por lo anterior, el instituto Norman Borlaug para Agricultura Internacional del Sistema Universitario de Texas A&M, por medio del Proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y comercialización (AGTEC), financiado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA-, firmó con la Sociedad una carta de entendimiento para retomar el proyecto.

De la problemática descrita surgió la necesidad de evaluar la sostenibilidad de la producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.) previo a ser elaborado por la planta procesadora y la metodología desarrollada en esta investigación, tuvo como fundamento evaluar la sostenibilidad del proyecto y el fin que persiguió, fue el de diseñar estrategias y plantear acciones para garantizar la puesta en marcha y la posterior continuidad de los procesos. Por otra parte, se realizaron varias mediciones durante el desarrollo de la investigación, con el fin de verificar el avance o retroceso en las condiciones de sostenibilidad que se podrían tener en la futura ejecución del proyecto y así identificar oportunamente problemas y diseñar estrategias que permitan alcanzar las condiciones de sostenibilidad adecuadas, esto mediante una serie de guías bajo el enfoque del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), siendo ésta una herramienta metodológica que ayuda a evaluar la sustentabilidad de sistemas, con énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad.

Por último, se realizaron diversas actividades en apoyo a la Sociedad Anónima para el análisis de la reactivación de la planta procesadora y se realizaron los servicios respectivos los cuales fueron divididos en tres principales temas, como lo son: el asesoramiento para el proceso productivo de la obtención de biodiesel, apoyo en la implementación de parcelas demostrativas de piñón (*Jatropha curcas* L.) y el fortalecimiento de las capacidades humanas y organizativas de la Sociedad.

Como conclusión general, se menciona que la experiencia obtenida coincide con el panorama mundial del tema de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.), afirmando que no es rentable por el momento, sino que deben de esperarse unos cinco años más, hasta que se obtenga y se comercialice una variedad genética mejorada de piñón (*Jatropha curcas* L.), que sea de alto rendimiento. Sin embargo, puede llegar a ser sostenible el proyecto si se aprovecha de manera intensiva la biomasa del cultivo y se complementa la elaboración de biodiesel mediante el uso de aceites reciclados, pero todo esto requiere de la investigación oportuna de cada componente.

CAPÍTULO I

Análisis situacional de la planta procesadora de biodiesel y de las parcelas de piñon (*Jatropha curcas* L.) de los miembros de la Sociedad Anónima “Mazat Aguí”, ubicadas en comunidades de Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.



1.1 PRESENTACIÓN

El instituto Norman Borlaug para Agricultura Internacional del Sistema Universitario de Texas A&M, mediante el proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y Comercialización -AGTEC- financiado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA- según sus siglas en inglés, implementó una planta procesadora de Biodiesel en la aldea Llanitos, Masagua, Escuintla, proporcionada como donación a la Sociedad Anónima Biodiesel Mazat Aguí, cuyos socios se beneficiarían con el producto obtenido y de esta forma promover el desarrollo de las comunidades asociadas al proyecto.

Previo a la implementación de la planta procesadora se realizaron las consultas necesarias para determinar quiénes establecerían parcelas con el cultivo del piñón (*Jatropha curcas* L.) para abastecer de materia prima a la planta, algunos socios realizaron las siembras respectivas proyectando de esta forma un panorama atractivo para la continuidad del proyecto. Sin embargo, al momento de querer activar la planta, surgió el problema que no habían manuales para saber como era el funcionamiento de la extrusadora (máquina para extraer el aceite) y de la transesterificadora (máquina para la mezcla que elabora el biodiesel) por lo que no se le dio seguimiento y se quedó prácticamente abandonada durante año y medio, eliminaron las plantaciones de piñón (*Jatropha curcas* L.), que ya habían establecido y mantuvieron únicamente los cercos vivos que tenían con este cultivo.

De lo suscitado, surgió la necesidad por parte del Instituto Borlaug de reactivar el proyecto, dándole un seguimiento real que motive la participación de los socios y que se alcancen los objetivos planteados originalmente, por lo que se hizo necesario realizar el presente diagnóstico en donde se conoció el estado de la planta procesadora, del cultivo y cercos de piñón (*Jatropha curcas* L.), la forma de participación de los socios en la reactivación y se identificó la problemática del proceso, buscando un proyecto que posea un manejo autofinanciable y sostenible.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 UBICACIÓN

Los servicios se realizaron en diferentes comunidades del municipio de Masagua, la cual pertenece al departamento de Escuintla formando parte de la región V o central integrada también por los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango (Municipalidad de Masagua, 2010).

1.2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Las coordenadas geográficas del municipio son 14°12'05" latitud norte y 90°51'34" longitud oeste, se encuentra a una altura de 100 metros sobre el nivel del mar, sin mayores variaciones. Desde Guatemala se puede acceder por la ruta nacional 3 o carretera interoceánica CA-9 que une la cabecera departamental con el Puerto de San José. Esta carretera quedó marginada por la construcción de la autopista hacia el Puerto Quetzal, por lo que las poblaciones quedaron sobre una ruta ahora convertida en secundaria (Municipalidad de Masagua, 2010).

1.2.3 EXTENSIÓN Y LÍMITES

Esta región tiene una extensión territorial de 6,827 Km², equivalente al 6.27% del territorio nacional, de esta extensión, Masagua ocupa 448 Km² equivalente a 6.6% del territorio regional y 10.2% del territorio departamental de Escuintla, que tiene una extensión de 4,384 Km² (Municipalidad de Masagua, 2010).

1.2.4 POBLACIÓN

Cuenta con una población aproximada de 32,245 personas entre hombres, mujeres y niños, para una densidad poblacional de 72 habitantes por kilómetro cuadrado, inferior a la media nacional que se ubica en 117 hab/Km², para el año 2004. El idioma predominante en el municipio es el castellano, y la población indígena es mínima (Municipalidad de Masagua, 2010).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

Caracterizar la situación actual de la planta procesadora de biodiesel y de las parcelas de piñón (*Jatropha curcas* L.) de los miembros de la Sociedad Anónima “Biodiesel Mazat Aguí”, ubicadas en comunidades de Masagua, Escuintla.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Establecer el estado de la planta procesadora de biodiesel, después de año y medio de inactivación.
- Determinar la forma de participación de los socios y la disponibilidad de plantas de piñón (*Jatropha curcas* L.) a nivel de cultivo o de cercos vivos, para la reactivación de la planta procesadora de biodiesel.
- Identificar los principales problemas de la planta procesadora para su reactivación y proponer soluciones a la problemática encontrada.

1.4 METODOLOGÍA Y RECURSOS

1.4.1 ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA PROCESADORA

En base al objetivo específico uno, para conocer el estado en el que se encontraba la planta procesadora de biodiesel después de año y medio de inactivación, se utilizó el procedimiento siguiente:

1.4.1.1 Obtención de información primaria

A. Reconocimiento

Primero se observó como se encontraba la planta y se procedió a realizar un inventario de los materiales que aún se encontraban disponibles y que pudieran volver a utilizarse para la reactivación.

B. Observación y consultas

Se realizaron algunas consultas al presidente de la Sociedad y se hizo un detalle de los materiales observados, esto con el fin de saber qué se tenía y qué se necesitaba para poder trabajar de mejor manera.

1.4.1.2 Obtención de información secundaria

A. Lectura y análisis de documentos

Se leyeron y analizaron: El acta de donación de la planta y el libro de actas, estos documentos poseen los materiales que fueron entregados al momento de la donación y se pudo hacer una comparación de lo que se donó y lo que aún se tiene.

1.4.2 PARTICIPACIÓN DE LOS SOCIOS Y DISPONIBILIDAD DE PLANTAS DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.)

Para determinar la forma de participación de los socios y la disponibilidad de plantas de piñón (*Jatropha curcas* L.), se utilizó el procedimiento siguiente:

1.4.2.1 Obtención de información primaria

A. Realización de entrevistas

Se solicitó al Presidente de la Sociedad el listado de los socios para poder contactarlos. Se realizó una entrevista a cada socios con quien se tuvo contacto, y dicha entrevista consistió en una serie de preguntas cortas previamente elaboradas (ver anexo 6), las cuales abordaron tópicos importantes sobre la reactivación de la planta y la disponibilidad de plantas que poseen.

1.4.2.2 Obtención de información secundaria

A. Lectura y análisis de documentos

Se leyó y analizó la tesis elaborada por un estudiante del Ejercicio Profesional Supervisado, en donde se hizo el registro de la implementación de parcelas de piñón (*Jatropha curcas* L.) por parte de los socios de la Sociedad Mazat Aguí.

1.4.3 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE LA PLANTA PROCESADORA Y PROPUESTA DE SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA ENCONTRADA

En base al objetivo específico tres, para Identificar los principales problemas que la planta procesadora enfrentaba para su reactivación y proponer soluciones a la problemática encontrada, se utilizó el procedimiento siguiente:

1.4.3.1 Obtención de información primaria

A. Realización de entrevistas

Se realizó una entrevista a cada socios con quien se tuvo contacto, y dicha entrevista consistió en una serie de preguntas cortas previamente elaboradas (ver anexo 6), las cuales abordaron tópicos importantes sobre la reactivación de la planta.

B. Análisis de la información

Una vez colectada la información se eliminaron datos intrascendentes e información poco confiable obtenida de las entrevistas, se tomaron datos de la observación y luego se procedió a delimitar e identificar los principales problemas que afrontaba la reactivación de la planta.

1.4.3.2 Priorización de los problemas encontrados

Una vez identificados los problemas, se tomó como criterio de priorización el impacto que generarían dentro de la reactivación, su pronta solución.

A. Matriz de priorización de problemas

La matriz de priorización de problemas que se observa en la Cuadro 3, califica comparativamente la magnitud de los problemas encontrados y mediante sus frecuencias se conocieron cuáles son los principales.

1.4.3.3 Identificación de las posibles soluciones

Para identificar las posibles soluciones a los problemas encontrados se hizo un análisis de cada problema y se propusieron las mejores soluciones a cada uno, hubo propuestas que al poderse ejecutar solucionan al mismo tiempo otros problemas.

1.4.5 RECURSOS

1.4.5.1 Recursos físicos

Se utilizaron materiales de oficina como libretas, cuadernos, hojas corrientes, una cámara digital, una computadora portátil, hojas y una impresora.

1.4.5.2 Recursos humanos

Se trabajó con los pobladores asociados, estudiante del ejercicio profesional supervisado de la Facultad de Agronomía, presidente de la sociedad y equipo técnico del Instituto Borlaug.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA PROCESADORA DE BIODIESEL, DESPUÉS DE AÑO Y MEDIO DE INACTIVACIÓN

Al conocer el estado en el que se encontraba la planta procesadora de biodiesel, después de año y medio de inactivación, se identificó lo siguiente:

1.5.1.1 Estado en el que se encontró la planta

La planta procesadora estaba totalmente abandonada, desordenada y sucia, esto debido a que llevaba aproximadamente año y medio sin tener el uso por el que fue implementada.

Figura 1. Estado en el que se encontró la planta



Fuente: Fotos del autor

1.5.1.2 Limpieza de la planta

Figura 2. Limpieza de la planta



Fuente: Fotos del autor

1.5.1.3 Después de la limpieza

Figura 3. Vista de la planta después de la limpieza



Fuente: Fotos del autor

Después de ver el estado en el que la planta procesadora se encontraba, se procedió a realizar una limpieza general, de modo que visualmente cambiara la impresión de abandono que se percibía al entrar. Se ordenaron los materiales encontrados y se obtuvo como resultado un ambiente totalmente diferente al que tenía anteriormente.

1.5.1.4 Inventario de materiales, equipo y reactivos que hay en la planta:

Cuadro 1. Inventario

Cantidad	Material, equipo y reactivos
2	Batas
2	Papeles mayordomo
4	Rollos de papel
1	Par de botas
2	Pares de guantes
2	Estanterías plásticas
1	Agitador
3	Jeringas
	Fenolftaleina
	Hidróxido de Sodio
	Papel acerado
	Agua destilada
2	Lentes de protección
	Mascarillas
1	mesa
1	Beacker de 400 mL
1	Probeta plástica de 250 mL
1	Tonel de metanol industrial
1	Balanza de 400 Libras
2	Extintores
3	Cascos de protección
4	Rótulos de seguridad
4	Rollos de teflón
2	Contenedores plásticos de 20 y 25 libras
1	Cepillo
2	Balanzas semianalíticas
3	Tarimas de madera

Fuente: Elaboración propia

De los materiales contabilizados, algunos no fueron utilizados y se encontraron en buen estado, pero en el caso de los reactivos, por el tiempo que ha transcurrido han cambiado ya sus propiedades químicas por lo que es recomendable reemplazarlos para poder realizar las pruebas con materiales nuevos. La bomba de agua no funcionaba y esto provocaba un desabastecimiento de agua en la planta.

1.5.2 PARTICIPACIÓN DE LOS SOCIOS Y DISPONIBILIDAD DE PLANTAS DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.)

1.5.2.1 Total de socios visitados

Se visitó a los socios con el objetivo de conocer cual sería la forma de participación en la reactivación de la planta y la disponibilidad de plantas que tenían como cultivo o como cercos de piñón (*Jatropha curcas* L.).

Cuadro 2. Socios visitados

No.	Socio visitado	Participación en la reactivación	Cercos de piñón	Plantación de piñón	Disponibilidad aproximada de plantas
1	Gloria Portillo	Entregando semilla y supervisión	3 kilómetros lineales	1 manzana	13750 plantas
2	Rony Scharws	Transporte	3 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	12000 plantas
3	Raimundo Ochoa	Entregando semilla	0.09 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	360 plantas
4	Everardo Castellanos	Entregando semilla	1.73 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	6920 plantas
5	Israel Ramírez	Entregando semilla	0.8 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	3200 plantas
6	Fredy Grajeda	Entregando semilla	0.5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	2000 plantas
7	Fernando Roca	Coordinación de producción de biodiesel	5.43 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	21720 plantas
8	Arturo Pimentel	Transporte	5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	20000 plantas
9	Francisco Carias	Entregando semilla	3.5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	14000 plantas
10	Francisco García	Entregando semilla	1.5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	6000 plantas
11	Olimpia Hernández	Entregando semilla	1.5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	6000 plantas

12	Rómulo Zamora	Entregando semilla	1 kilómetro lineal	No posee plantación de piñón	4000 plantas
13	Horacio Pichardo	Entregando semilla	2.7 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	10800 plantas
14	Gilberto Ortíz	Entregando semilla	0.5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	2000 plantas
15	Henry Hernández	Entregando semilla	2 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	8000 plantas
16	Vinicio Zamora	Entregando semilla	1 kilómetro lineal	No posee plantación de piñón	4000 plantas
17	Salvador Portillo	Entregando semilla	3 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	12000 plantas
18	Jorge Cruz	Entregando semilla	1.5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	6000 plantas
19	Edan Portillo	Entregando semilla	1.5 kilómetros lineales	No posee plantación de piñón	6000 plantas

Fuente: Elaboración propia

Del total de socios visitados 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 establecidos como cerca viva, estimándose una producción de 100 qq de semilla. Sin embargo, se dificulta un poco estandarizar este dato, ya que es diferente el rendimiento de una plantación a la que se le ha dado manejo para producción de semilla, en comparación con cercos que no tienen un manejo para producción.

Se ha tenido inconveniente en visitar a algunos socios, puesto que, no se pudieron localizar porque cambiaron su número de teléfono o tienen otras actividades que no les permiten reunirse para platicar. Se esperaba que se enteraran de la asamblea que se convocó para dar a conocer lo que se pretende realizar para reactivar la planta, pero no participaron.

Un grupo de socios que pertenecen a la Comunidad El Pilar, del municipio la Gomera, Escuintla, se hizo difícil visitarlos, ya que han perdido el interés en la reactivación de la planta procesadora.

1.5.3 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA QUE LA PLANTA PROCESADORA ENFRENTABA PARA SU REACTIVACIÓN Y PROPUESTA DE SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA ENCONTRADA

Al Identificar los principales problemas que la planta procesadora enfrentaba para su reactivación y proponer soluciones a la misma, se tuvo lo siguiente:

1.5.3.1 Identificación y delimitación de los problemas encontrados

Entre los problemas encontrados para la reactivación de la planta procesadora, se destacan los siguientes:

A. Desconocimiento sobre el uso de la maquinaria que poseen

En la donación de la planta procesadora, se proporcionó una extrusora (máquina para extraer aceite) y una transesterificadora (máquina mezcladora para obtener biodiesel), pero no se tenían los manuales que indicaban como era el funcionamiento de ambas, por lo que no pudieron iniciar el proceso de extracción de aceite, ni la obtención de biodiesel.

B. Eliminación de las parcelas con cultivos de piñón (*Jatropha curcas* L.)

Al realizar toda la logística previa a la implementación de la planta procesadora, se implementaron parcelas de piñón (*Jatropha curcas* L.), con el objetivo de que se contara con la semilla suficiente para la extracción de aceite. Sin embargo, al quedar sin funcionamiento la planta, todos los socios eliminaron sus parcelas para aprovechar el terreno con otros cultivos, únicamente una socia mantuvo su cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.).

C. La única parcela de cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.) no posee un buen manejo

La única parcela que aún se tiene con cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.), no está manejada adecuadamente, se encuentra con plagas, enfermedades y malezas, que demeritan la calidad del cultivo.

D. La disponibilidad de semilla depende únicamente de piñón criollo

Los surcos y la parcela establecida son de piñón criollo por lo que los rendimientos que se esperan no son los óptimos, comparado con el cultivo de piñón variedad Cabo Verde u otra variedad de más alto rendimiento.

E. Falta de comunicación entre socios

Falta de comunicación entre los socios, ya que todos poseen diversos intereses por tener actividades ajenas al mismo.

F. Desinterés por parte de la mayoría de socios

Este desinterés es debido a que no se dio seguimiento al proyecto por espacio de año y medio en donde la planta permaneció prácticamente abandonada. La transesterificadora ni siquiera se intento utilizar y la extrusora tenía fallas mecánicas, esto desalentó a los socios, quienes estaban con todo el interés en iniciar el proyecto.

G. No realizaron asambleas ni reuniones

Desde que quedó abandonado el proyecto, los socios no se reunieron ni buscaron alternativas para poder reactivar el proyecto y aprovechar la capacidad instalada que tienen, por lo que desaprovecharon todo lo que se les donó.

H. No se dio el apoderamiento del proyecto

La Junta Directiva, al igual que el resto de la asamblea general, no adoptaron el proyecto por lo que no existió el apoderamiento debido para poder darle continuidad al mismo, sino que dependían mucho de la parte donante y actualmente siguen dependiendo del proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y Comercialización (AGTEC), generando el grave problema de que al terminar dicho proyecto, si no lo adoptan como propio puede que no le den nuevamente continuidad al trabajo de producción de biodiesel.

1.5.3.2 Priorización de los problemas encontrados

A. Matriz de priorización de problemas

En esta matriz se hizo un análisis comparativo entre cada uno de los problemas encontrados, de modo que se resaltó en ellos los puntos importantes y los temas necesarios de ser mejorados a corto, mediano y largo plazo.

Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas

Inciso	a	b	c	d	e	f	g	h
a	---	a	a	a	a	a	a	h
b		---	b	d	b	b	b	h
c			---	d	e	f	c	h
d				---	d	d	d	h
e					---	f	e	h
f						---	f	h
g							---	h
h								---

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Priorización de Problemas

Inciso	Frecuencia	Rango
a	6	2
b	4	4
c	1	7
d	5	3
e	2	6
f	3	5
g	0	8
h	7	1

Fuente: Elaboración propia

- a) Desconocimiento sobre el uso de la maquinaria que poseen
- b) Eliminación de las parcelas con cultivos de piñón
- c) La única parcela de cultivo de piñón no posee un buen manejo
- d) La disponibilidad de semilla depende únicamente de piñón criollo
- e) Falta de comunicación entre socios
- f) Desinterés por parte de la mayoría de socios
- g) No realizaron asambleas ni reuniones
- h) No se dio el apoderamiento del proyecto

B. Análisis de la priorización de problemas

Todos los problema encontrados son importantes, sin embargo, unos son más relevantes que otros, por el impacto que se produciría, al encontrar su solución. La priorización quedó de la manera siguiente:

1. No se logró el apoderamiento del proyecto
2. Desconocimiento sobre el uso de la maquinaria que poseen
3. La disponibilidad de semilla depende únicamente de piñón criollo
4. Eliminación de las parcelas con cultivos de piñón
5. Desinterés por parte de la mayoría de socios
6. Falta de comunicación entre socios
7. La única parcela de cultivo de piñón no posee un buen manejo
8. No realizaron asambleas ni reuniones

C. Identificación de las posibles soluciones

Cuadro 5. Matriz de identificación de posibles soluciones

No.	Posibles soluciones	Problema (s) que se solucionaría (n)
1	Desarrollar un estudio de la sostenibilidad de la producción de biodiesel a base de piñón, que justifique la necesidad de tener una producción con enfoque ambiental y de una alternativa de utilización del piñón que sea atractiva económicamente para los socios y de este modo se genere el interés de tomar como propio el proyecto, logrando así que se reúnan con mayor frecuencia y exista comunicación.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No se logró el apoderamiento del proyecto ➤ Desinterés por parte de la mayoría de socios ➤ No realizaron asambleas ni reuniones ➤ Falta de comunicación entre socios

2	<p>Desarrollar capacitaciones sobre el uso de la extrusora (máquina para la extracción de aceite) y la transesterificadora (máquina mezcladora para la obtención de biodiesel), esto con el fin de dar a conocer la capacidad instalada que tienen en la planta procesadora y se aproveche al máximo a la hora de realizar el proceso agroindustrial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desconocimiento sobre el uso de la maquinaria que poseen.
3	<p>Establecer parcelas de piñón genético mejorado, para contar con una mejor oferta de semillas, que proporcionen la cantidad suficiente de aceite de calidad para poder producir biodiesel. Capacitar sobre el manejo del cultivo y la importancia de conservarlo, ya que hasta aproximadamente un año y medio de establecido empieza a ensayar y a los cinco años se obtiene el pico de producción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La disponibilidad de semilla depende únicamente de piñón criollo ➤ Eliminación de las parcelas con cultivos de piñón ➤ La única parcela de cultivo de piñón no posee un buen manejo

Fuente: Elaboración propia

1.6 CONCLUSIONES

- La planta procesadora estaba totalmente abandonada, desordenada y sucia, esto debido a que llevaba aproximadamente año y medio sin tener el uso por el que fue implementada. Al encontrarla de esa forma, se procedió a realizar una limpieza general de modo que visualmente cambiara la impresión de abandono que se percibía al entrar. Se ordenaron los materiales encontrados y se obtuvo como resultado un ambiente totalmente diferente al que tenía anteriormente.
- 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 establecidos como cerca viva, estimándose una producción de 100 qq de semilla. Sin embargo, se dificulta un poco estandarizar este dato, ya que es diferente el rendimiento de una plantación a la que se le ha dado manejo para producción de semilla, en comparación con cercos que no tienen un manejo para producción.
- Entre los problema encontrados se pueden mencionar en orden de importancia: que no se logró el apoderamiento del proyecto, desconocimiento sobre el uso de la maquinaria que poseen, la disponibilidad de semilla depende únicamente de piñón criollo, eliminación de las parcelas con cultivos de piñón, desinterés por parte de la mayoría de socios, falta de comunicación entre socios, la única parcela de cultivo de piñón no posee un buen manejo y no realizaron asambleas ni reuniones.

1.7 RECOMENDACIONES

- Desarrollar un estudio de la sostenibilidad de la producción de biodiesel a base de piñón, que justifique la necesidad de tener una producción con enfoque ambiental y de una alternativa de utilización del piñón que sea atractiva económicamente para los socios y de este modo se genere el interés de tomar como propio el proyecto, logrando así que se reúnan con mayor frecuencia y exista una mejor comunicación.
- La organización se puede ir fortaleciendo alrededor de actividades concretas productivas; en este proceso es importante lograr paulatinamente una mayor coordinación entre las diferentes organizaciones y una participación activa (presencia, opinión y decisión) de las mujeres en ellos. En este sentido, es necesario organizar actividades de sensibilización tanto para los hombres como para las mujeres.
- Establecer parcelas de piñón mejorado (piñón cabo verde o piñón mexicano no tóxico), para contar con una mejor oferta de semillas, que proporcionen la cantidad suficiente de aceite de calidad para poder producir biodiesel. Capacitar sobre el manejo del cultivo y la importancia de conservarlo, ya que hasta aproximadamente un año y medio de establecido empieza a ensayar y a los tres años se obtiene el pico de producción.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández, O. 2010. Principales problemas que enfrenta la Sociedad Anónima Mazat Aguí, Guatemala (entrevista personal). Aldea Llanitos, Masagua, Escuintla, Guatemala, Tesorera de la Sociedad Anónima Mazat Aguí.
2. Municipalidad de Masagua, Escuintla, GT. 2010. Información del municipio de Masagua, Escuintla (en línea). Guatemala. Consultado 9 mayo 2011. Disponible en: http://www.inforpressca.com/masagua/medio_ambiente.php#
3. Roca, F. 2010. Principales problemas que enfrenta la Sociedad Anónima Mazat Aguí, Guatemala (entrevista personal). Aldea Llanitos, Masagua, Escuintla, Guatemala, Presidente de la Sociedad Anónima Mazat Aguí.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

Evaluación de la sostenibilidad de la producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.) previo a ser elaborado por la planta procesadora de la Sociedad Anónima Mazat Aguí, Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.

Evaluation of the sustainability of the production of biodiesel from seed oil of physic nut (*Jatropha curcas* L.) previous to being elaborated by the processing plant of the Anonymous Society Mazat Agui, Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.

2.1 INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad se ha convertido en una de las condiciones indispensables que deben cumplir los programas y proyectos de desarrollo, para evitar que los esfuerzos realizados por diferentes organizaciones, públicas y privadas, y los mismos beneficiarios y comunidades, se diluyan o se pierdan. Al ser sostenibles, las respuestas que brindan los proyectos a las problemáticas existentes se convierten en soluciones de largo plazo, generando transformaciones reales en el entorno, las organizaciones, comunidades y beneficiarios, disminuyendo la vulnerabilidad, pobreza e inequidad existentes.

La metodología desarrollada en esta investigación, tuvo como fundamento evaluar la sostenibilidad del proyecto: Producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.) previo a ser elaborado por la planta procesadora de biodiesel de la Sociedad Anónima Mazat Aguí, ubicada en Masagua, Escuintla. El fin que se persiguió, fue el de diseñar estrategias y plantear acciones para garantizar la puesta en marcha y la posterior continuidad de los procesos. Por otra parte, se realizaron varias mediciones durante el desarrollo de la investigación, con el fin de verificar el avance o retroceso en las condiciones de sostenibilidad que se podrían tener en la futura ejecución del proyecto y así identificar oportunamente problemas y diseñar estrategias que permitan alcanzar las condiciones de sostenibilidad adecuadas.

En este documento, tomando como base el concepto de sostenibilidad, se presenta una serie de guías con el fin de fortalecer la sostenibilidad de los proyectos, esto bajo el enfoque del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) siendo ésta una herramienta metodológica que ayuda a evaluar la sustentabilidad de sistemas, con énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El instituto Norman Borlaug para Agricultura Internacional del Sistema Universitario de Texas A&M, mediante el proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y Comercialización -AGTEC- financiado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA- según sus siglas en inglés, implementó una planta procesadora de Biodiesel en la aldea Llanitos, Masagua, Escuintla, proporcionada como donación a la Sociedad Anónima “Biodiesel Mazat Aguí”, cuyos socios se beneficiarían con el producto obtenido y de esta forma promover el desarrollo de las comunidades asociadas al proyecto. Previo a la implementación de la planta procesadora se realizaron las consultas necesarias para determinar quienes establecerían parcelas con el cultivo del piñón (*Jatropha curcas* L.) para abastecer de materia prima a la planta, algunos socios realizaron las siembras respectivas proyectando de esta forma un panorama atractivo para la continuidad del proyecto. Sin embargo, al momento de querer activar la planta, surgió el problema de que no se conocían diversos procesos que eran necesarios para la futura sostenibilidad del mismo, como por ejemplo el no contar con los manuales del funcionamiento de la extrusadora (máquina para extraer el aceite) y de la transesterificadora (máquina para la mezcla que elabora el biodiesel), no apoderar a la Sociedad Anónima como actor principal del proceso, no conocer los costos que se incurrían en la producción, incluso, el no saber como elaborar biodiesel, entre otras situaciones por las que no se le dio seguimiento y se quedó prácticamente abandonada por un espacio de año y medio, eliminando las plantaciones de piñón (*Jatropha curcas* L.) que ya habían establecido y manteniendo únicamente los cercos vivos con este cultivo.

De esta situación surgió la necesidad de apoyar a la Sociedad Anónima “Biodiesel Mazat Aguí”, en la evaluación de la sostenibilidad de la futura producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L), para saber en que componentes del proyecto a ejecutar tienen problemas y proponer soluciones reales para mejorarlos, dándole un seguimiento que motive la participación de los socios y que se alcancen los objetivos planteados originalmente, teniendo de esta forma un proyecto que posea un manejo autofinanciable y sostenible.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1.1 Sostenibilidad

A. Concepto de sostenibilidad

Desde hace 4 años la sostenibilidad ha comenzado a hacer parte de los conceptos relacionados con los programas y proyectos de desarrollo. Diferentes concepciones y enfoques han sido generados desde la academia y desde diferentes tipos de organizaciones, aunque solo recientemente se están empezando a difundir.

La sostenibilidad es la cualidad más solicitada a los proyectos de desarrollo y sus productos, y tal vez la más difícil de alcanzar. El término se origina en la definición de "desarrollo sostenible" como "el desarrollo que cubre las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de cubrir sus propias necesidades". El uso del término "sostenibilidad" por Organizaciones No Gubernamentales -ONGs- y agencias internacionales de desarrollo ha ido más allá de consideraciones ambientales y de recursos naturales. Actualmente este término es usado para describir la capacidad de un proyecto o sus resultados de continuar existiendo o funcionando más allá del fin del financiamiento económico o de las actividades del agente de desarrollo externo (Fukao, 2004).

Contar con una definición clara de lo que se entiende por sostenibilidad es de suma importancia para poder establecer una metodología de medición. La Organización Internacional para las Migraciones ha formulado una definición de sostenibilidad, en la cual se basa el proceso de construcción de indicadores y su utilización durante el análisis de la sostenibilidad de los programas y proyectos: "La sostenibilidad es entendida como la capacidad de integrar los procesos desarrollados por el proyecto o programa a la dinámica institucional, social, familiar y/o personal, de tal forma que los beneficios producidos a través del programa o proyecto permanezcan en el tiempo (OIM, 2004).

La Sostenibilidad así entendida, implica crear o fortalecer capacidades en las instituciones involucradas y la población beneficiada, a nivel de comunidad, familia e individuo, de tal forma que los aprendizajes continúen aplicándose, generando beneficios más allá de la duración del proyecto.

La sostenibilidad es un proceso que se construye durante todo el ciclo del proyecto: formulación y negociación con contrapartes, ejecución y evaluación. Esta perspectiva de sostenibilidad integra los valores y competencias sociales de la comunidad beneficiaria, sus reglas de juego y su nivel de capital social con las competencias de los operadores y el cooperante estableciendo una relación orientada a fortalecer la autonomía comunitaria y la institucionalidad, con formas más democráticas de control y regulación (OIM, 2004).

B. Principios básicos

Por principios básicos se entienden aquellos aspectos esenciales que complementan y fundamentan el marco conceptual. En el caso del concepto de sostenibilidad, los principios básicos están relacionados con un enfoque de desarrollo. Los proyectos que tienen este enfoque buscan mejorar la calidad de vida de la población objetivo, con una visión de largo plazo, generando dinámicas en la comunidad o localidad donde se ejecutan y que contribuyen a la creación y fortalecimiento de capacidades individuales e institucionales. Por el contrario, los proyectos con enfoque asistencialista tienen una visión de corto plazo, a través de una intervención puntual que no siempre contribuye a mejorar capacidades, aunque sí a resolver un problema social durante un tiempo determinado (OIM, 2004).

Ambos enfoques son importantes para lograr mejorar las condiciones de vida de la población, ya que los proyectos con perspectiva de desarrollo dan soluciones a problemas estructurales y los proyectos con enfoque asistencialista resuelven problemas coyunturales de emergencia humanitaria. Cuando se trata de proyectos que buscan dar soluciones estructurales e integrales a la población, la sostenibilidad entra a jugar un papel importante. La única forma en que los procesos puedan continuar es que desde el principio se formule el proyecto con una visión de largo plazo, previendo que cuando

finalice deje unos procesos, capacidades o recursos creados o fortalecidos que permitan que la población continúe mejorando sus condiciones de vida. Proyectos que buscan atender población en situación de emergencia y solucionar el problema inmediato del beneficiario, no se espera que sean sostenibles; cuando finalizan, han cumplido con sus objetivos inmediatos y no se requiere dar continuidad a los procesos (OIM, 2004).

Un segundo aspecto relacionado con los principios básicos, es la estrecha relación que existe entre la sostenibilidad y los resultados obtenidos por los proyectos, desde el punto de vista de su pertinencia, eficiencia, eficacia e impacto generado. En la medida en que el proyecto presenta resultados satisfactorios se refuerza la aceptación y apropiación del proyecto por parte de los diferentes actores, y en consecuencia se favorece su sostenibilidad (OIM, 2004).

C. Áreas de análisis de la sostenibilidad

Una vez definido el concepto de sostenibilidad es necesario identificar las áreas de análisis, es decir, aquellos aspectos que se desean examinar de un determinado proyecto con el objeto de determinar sus posibilidades de sostenibilidad. Esto significa desagregar el concepto general de sostenibilidad en varias partes susceptibles de un análisis individual (OIM, 2004).

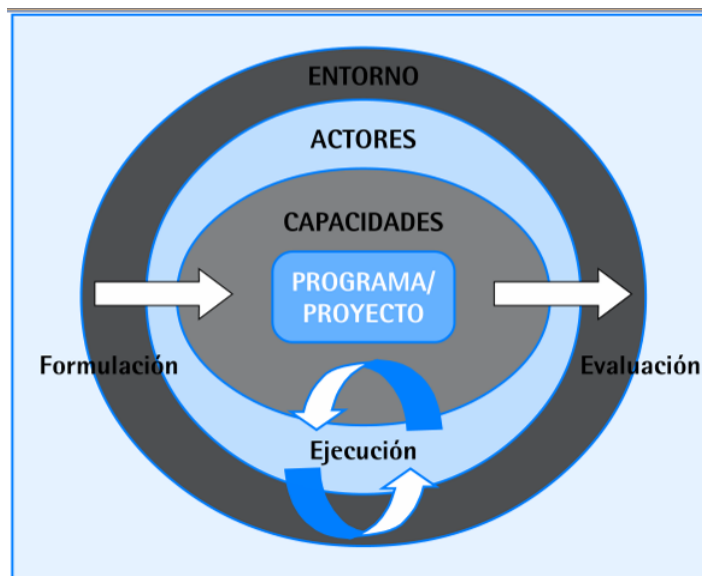
La bibliografía existente presenta generalmente cuatro dimensiones de la sostenibilidad: política, económica, social y ambiental. Cada una de estas dimensiones comprende variables relacionadas con la participación de actores, la relación entre ellos, sus capacidades, existencia y uso de recursos, existencia de políticas públicas, entre otras (OIM, 2004).

Para abordar la evaluación de la sostenibilidad es mejor definir las áreas de análisis con base en las diferentes variables encontradas en cada dimensión, lo cual facilitará la formulación de indicadores a utilizar. De esta forma, las tres áreas estratégicas para el análisis de sostenibilidad son:

1. Entorno: factores externos que pueden incidir positiva o negativamente en el desarrollo de los proyectos.
2. Actores: grupos de interés relacionados con el objeto del proyecto e involucrados en su diseño, ejecución y evaluación.
3. Capacidades: conjunto de habilidades, conocimientos, procesos y recursos necesarios para el desarrollo de las actividades del proyecto.

Estas tres áreas se relacionan entre si durante todo el ciclo del proyecto (formulación, ejecución y evaluación), lo cual permite realizar un análisis sistémico como se presenta a continuación:

Figura 4. Áreas estratégicas para el análisis de la sostenibilidad en el Ciclo del Proyecto



Fuente: OIM, 2004

a. Fase de formulación

Teniendo en cuenta el entorno y la problemática social presente en la localidad, se analiza la posibilidad de desarrollar un proyecto que de soluciones a largo plazo a la situación identificada; el proyecto formulado debe ser pertinente y coherente con el contexto en que se debe desarrollar. A su vez, el diseño y ejecución del proyecto involucra un grupo de actores interesados, relacionados con ese entorno. En el momento

de diseñar el proyecto se deben tener en cuenta las capacidades con que cuentan esos actores para desarrollar las actividades planeadas y lograr la eficiencia, eficacia y sostenibilidad del mismo. Los proyectos que responden a un entorno específico, involucran a actores claves y prevén las capacidades que deben crearse o fortalecerse para darle continuidad a los procesos, presentan mejores condiciones para ser sostenibles (OIM, 2004).

b. Fase de ejecución

La ejecución del proyecto puede verse afectada positiva o negativamente por cambios en el entorno, que se encuentran fuera del control del proyecto. Estos cambios pueden a su vez promover o limitar la participación de los diferentes actores y su interacción dentro del marco del proyecto. Para cada uno de los grupos de actores es importante analizar el nivel de participación y compromiso con los procesos generados. La participación de los actores y la relación entre ellos, así como cambios en el entorno, pueden contribuir o impedir el desarrollo de procesos de creación o fortalecimiento de capacidades, influyendo entonces en las actividades del proyecto y por ende en su sostenibilidad (OIM, 2004).

c. Fase de evaluación

La sostenibilidad de un proyecto está dada no sólo por los resultados favorables a nivel de pertinencia, eficacia y eficiencia, y por los procesos que a su interior se desarrollan, sino que también está estrechamente relacionada con el impacto que genera. En la medida en que un proyecto efectivamente resuelve los problemas que le dieron origen, crea o mejora capacidades locales, regionales o nacionales, y los diferentes actores adquieren conocimiento sobre temas específicos, se fortalece el capital humano, el capital social y las sinergias entre ellos, incidiendo en el entorno que los rodea, promoviendo así la permanencia de los beneficios en el largo plazo (OIM, 2004).

D. Evaluación de la sostenibilidad

Existen diversas formas que se han empleado para realizar una evaluación objetiva de la sostenibilidad. Sin embargo, los enfoques de evaluación convencionales (por ejemplo, análisis de costos y beneficios) no siempre son apropiados debido al reto que representa el analizar agro ecosistemas complejos. Se requiere un enfoque conceptual y práctico que sea cualitativamente diferente. Recientemente, se ha incorporado para el análisis de sostenibilidad, el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad -MESMIS-.

a. El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad -MESMIS-

i. Antecedentes

A pesar del auge en la discusión sobre desarrollo sustentable, existen todavía pocos esfuerzos sistemáticos y consistentes para hacer operativos los principios generales de sustentabilidad en casos concretos. Los procedimientos convencionales (por ejemplo, análisis de costo-beneficio) son insuficientes o simplemente inadecuados para incorporar los nuevos retos que presenta el análisis de sustentabilidad, tal como la existencia de variables no cuantificables y la integración de parámetros biofísicos con procesos sociales y económicos (Astier, et al., 2001).

Se ha tratado de paliar el problema mediante un esfuerzo "aditivo", es decir, simplemente añadiendo técnicas convencionales. Sin embargo, un análisis profundo de los requisitos de sustentabilidad implica un esfuerzo conceptual y práctico cualitativamente distinto. En particular, no se tienen marcos desarrollados para evaluaciones de sistemas de manejo de recursos naturales en el contexto campesino de los países del Tercer Mundo. Existe un trabajo relativamente amplio en el desarrollo de indicadores de tipo biofísico, especialmente para subsistemas muy concretos en condiciones controladas (indicadores de sustentabilidad del recurso suelo o para un cultivo determinado). Existe

también un desarrollo relativamente amplio de indicadores económicos, principalmente dirigido a condiciones de agricultura comercial. Sin embargo, no se ha trabajado todavía lo suficiente en la incorporación de criterios de tipo social e institucional y en sistemas de manejo complejos (por ejemplo sistemas agrosilvopastoriles) o de muy largo plazo como son los sistemas forestales (Astier, et al., 2001).

Por otro lado, las propuestas de evaluación de sustentabilidad normalmente quedan en marcos muy generales y laxos, destinados a evaluaciones "rápidas", o en propuestas tan detalladas que se pueden realizar sólo en condiciones experimentales. Faltan esfuerzos para establecer marcos de evaluación que sean realmente operativos en condiciones de campo y que simultáneamente estén basados en una evaluación rigurosa de sustentabilidad (Astier, et al., 2001).

Finalmente, los análisis de sustentabilidad tienen generalmente un matiz meramente calificadores (i.e. si el sistema es sustentable o no lo es). No se ha logrado todavía desarrollar procedimientos mediante los cuales la evaluación de sustentabilidad se convierta en un instrumento necesario para mejorar el perfil socioambiental de los diversos sistemas de manejo o tecnologías bajo análisis (Astier, et al., 2001).

ii. Qué es el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad -MESMIS-

Es una herramienta metodológica para evaluar la sostenibilidad de los sistemas de manejo agroecológicos, con énfasis en los pequeños agricultores y en su contexto local. Es aplicable dentro de los siguientes parámetros:

- Ayuda a evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, con énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad.
- Brinda una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de sistemas de manejo alternativos y de los propios proyectos involucrados en la evaluación. El MESMIS se propone como un *proceso de análisis*

y *retroalimentación*. Se busca evitar que el análisis proporcione simplemente una calificación de los sistemas de manejo en *escalas de sustentabilidad*.

- Busca entender de manera integral las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y económico.
- Permite *comparar* a los sistemas de manejo en términos de su sustentabilidad, ya sea mediante la confrontación de uno o más sistemas alternativos con un sistema de referencia (comparación transversal) o bien mediante la observación de los cambios de las propiedades de un sistema de manejo particular a lo largo del tiempo (comparación longitudinal).
- Presenta una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas disponibles localmente. Asimismo, propone un proceso de evaluación participativo que enfatiza dinámicas de grupo y una retroalimentación continua del equipo evaluador.
- Constituye una herramienta en desarrollo. La experiencia de su aplicación permitirá mejorar el propio marco. En este sentido, debe entenderse al MESMIS como un método para organizar (más no agotar) la discusión sobre sustentabilidad y la forma de hacer operativo el concepto (Astier, et al., 2001).

iii. Estructura operativa

El objetivo principal del MESMIS es brindar un marco metodológico para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala local (parcela, unidad productiva, comunidad). Se parte de las siguientes premisas:

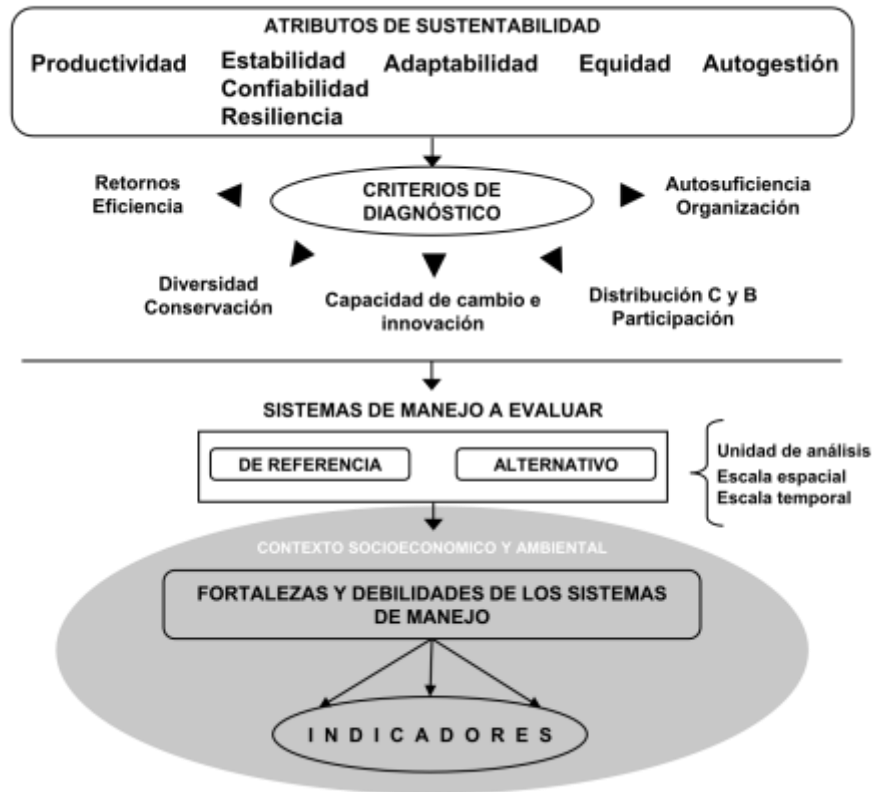
- El concepto de sustentabilidad se define a partir de cinco atributos generales de los agroecosistemas o sistemas de manejo: (a) productividad; (b) estabilidad, confiabilidad y resiliencia; (c) adaptabilidad; (d) equidad, y (e) autodependencia (autogestión).

- La evaluación de sustentabilidad se lleva a cabo y es válida solamente para: (a) sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo un determinado contexto social y político; (b) una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad o cuenca) previamente determinada, y (c) una escala temporal también previamente determinada.
- La evaluación de sustentabilidad es una actividad participativa que requiere de una perspectiva y un equipo de trabajo interdisciplinarios. El equipo de evaluación debe incluir tanto a evaluadores externos como a los involucrados directos (agricultores, técnicos, representantes de la comunidad y otros actores).
- La sustentabilidad no puede evaluarse per se sino de manera comparativa o relativa. Para esto existen dos vías fundamentales: (a) comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo (comparación longitudinal), o (b) comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador con un sistema de referencia (comparación transversal).
- La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento tanto de los sistemas de manejo como de la metodología utilizada (Astier, et al., 2001).

Operativamente, para dar concreción a los atributos generales, se definen una serie de puntos críticos o fortalezas y debilidades para la sustentabilidad del sistema de manejo que se relacionan con tres áreas de evaluación: ambiental, social y económica. En cada área de evaluación se definen criterios de diagnóstico e indicadores. Este mecanismo asegura una relación clara entre los indicadores y los atributos de sustentabilidad del agroecosistema (véase la figura 5).

Finalmente, la información obtenida mediante los diferentes indicadores se integra utilizando técnicas de análisis multicriterio, con el fin de emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo y brindar sugerencias para mejorar su perfil socioambiental (Astier, et al., 2001).

Figura 5. Estructura operativa: la relación entre atributos e indicadores



Fuente: Astier; et al. 2001.

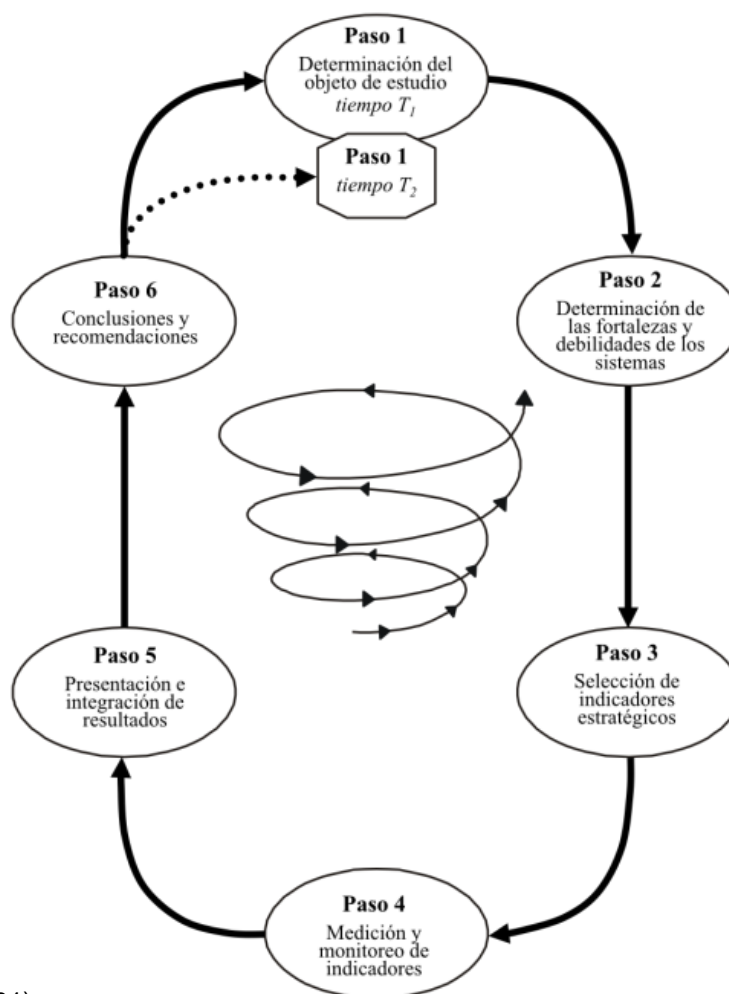
Para aplicar la metodología, se propone un ciclo de evaluación que comprende los siguientes elementos o pasos (véase la figura 6):

- Determinación del objeto de la evaluación. En este paso se definen los sistemas de manejo que se han de evaluar, sus características y el contexto socioambiental de la evaluación.
- Determinación de las fortalezas y debilidades que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van a evaluar.
- Selección de indicadores. Aquí se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación.
- Medición y monitoreo de indicadores. Este paso incluye el diseño de los instrumentos de análisis y la obtención de la información deseada.

- Presentación e integración de resultados. Aquí se compara la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados y se indican los principales obstáculos para la sustentabilidad, así como los aspectos que más la favorecen.
- Conclusiones y recomendaciones. Por último, en este paso se hace una síntesis del análisis y se proponen sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo, así como para mejorar el proceso mismo de evaluación.

Al realizar estos seis pasos se habrá avanzado en la conceptualización de los sistemas y los aspectos que se desea mejorar, para hacerlos más sustentables, y con esto se da inicio a un nuevo ciclo de evaluación (Astier, et al., 2001).

Figura 6. El ciclo de evaluación



Fuente: (Astier; et al. 2001).

2.3.1.2 Producción de biodiesel

A. Biodiesel

El biodiesel es un biocombustible líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo, 1 mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo (Cruz, L. A. 2008).

El biodiesel puede mezclarse con gasóleo procedente del refinado de petróleo en diferentes cantidades. Se utilizan notaciones abreviadas según el porcentaje por volumen de biodiesel en la mezcla: B100 en caso de utilizar sólo biodiesel, u otras notaciones como B5, B15, B30 o B50, donde la numeración indica el porcentaje por volumen de biodiesel en la mezcla (Cruz, L. A. 2008).

El aceite vegetal, cuyas propiedades para la impulsión de motores se conocen desde la invención del motor diésel gracias a los trabajos de Rudolf Diesel, ya se destinaba a la combustión en motores de ciclo diésel convencionales o adaptados. A principios del siglo XXI, en el contexto de búsqueda de nuevas fuentes de energía, se impulsó su desarrollo para su utilización en automóviles como combustible alternativo a los derivados del petróleo (Cruz, L. A. 2008).

El biodiesel descompone el caucho natural, por lo que es necesario sustituir éste por elastómeros sintéticos en caso de utilizar mezclas de combustible con alto contenido de biodiesel. El impacto ambiental y las consecuencias sociales de su previsible producción y comercialización masiva, especialmente en los países en vías de desarrollo o del Tercer y Cuarto Mundo generan aumento de la deforestación de bosques nativos, expansión indiscriminada de la frontera agrícola, desplazamiento de cultivos alimentarios y ganadería, destrucción del ecosistema y la biodiversidad, desplazamiento de trabajadores rurales (Cruz, L. A. 2008).

Se ha propuesto en los últimos tiempos denominarlo agrodiesel ya que el prefijo «bio-» a menudo es asociado erróneamente con algo ecológico y respetuoso con el medio ambiente. Sin embargo, algunas marcas de productos del petróleo ya denominan agrodiesel al gasóleo agrícola o gasóleo B, empleado en maquinaria agrícola (Cruz, L. A. 2008).

B. Materias primas

La fuente de aceite vegetal suele ser aceite de colza, ya que es una especie con alto contenido de aceite, que se adapta bien a los climas fríos. Sin embargo existen otras variedades con mayor rendimiento por hectárea, tales como la palma, el piñón (*Jatropha curcas* L.) etc. También se pueden utilizar aceites usados (por ejemplo, aceites de fritura), en cuyo caso la materia prima es muy barata y, además, se reciclan lo que en otro caso serían residuos (Cruz, L. A. 2008).

Existen otras materias primas en las cuales se pueden extraer aceite para utilizarlas en el proceso de producción de Biodiesel. Las materias primas más utilizadas en la selva amazónica son el piñón (*Jatropha curcas* L.), sachá inchi, el ricino (mamona en portugués) y la palma aceitera (Cruz, L. A. 2008).

Además, otra materia prima utilizada es la grasa animal, la cual produce mayores problemas en el proceso de fabricación, aunque el producto final es de igual calidad que el biodiesel de aceite, exceptuando su punto de solidificación (Cruz, L. A. 2008).

Se dice que para la generación de Biodiesel se debe seguir la siguiente "receta": 1 lt de aceite vegetal (normalmente bajo en agua (2% max) de lo contrario se obtendrá jabón). 200 ml de Ethanol. 3.5 gr de Soda Caustica (NaOH).

Se debe mezclar primero el alcohol con la soda caustica para generar el llamado Methoxido. Tener especial cuidado al mezclar estos dos ya que la soda caustica combinada con alcohol generara una reacción exotérmica muy agresiva, que puede

quemar la piel, ojos etc. Una vez que se obtiene el metóxido, mezclar con el aceite vegetal, levantar su temperatura a 55 °C y mezclar por un espacio de 1 hr, dejar reposar y en aproximadamente 3 hrs veras el resultado. Una capa ligera de aceite transparente arriba y una capa densa y oscura de glicerina abajo (Cruz, L. A. 2008).

C. Procesos industriales

En la actualidad existen diversos procesos industriales mediante los cuales se pueden obtener biodiesel. Los más importantes son los siguientes:

1. Proceso base-base, mediante el cual se utiliza como catalizador un hidróxido. Este hidróxido puede ser hidróxido de sodio (soda cáustica) o hidróxido de potasio (potasa cáustica) (Cruz, L. A. 2008).
2. Proceso ácido-base. Este proceso consiste en hacer primero una esterificación ácida y luego seguir el proceso normal (base-base), se usa generalmente para aceites con alto índice de acidez.
3. Procesos supercríticos. En este proceso ya no es necesario la presencia de catalizador, simplemente se hacen a presiones elevadas en las que el aceite y el alcohol reaccionan sin necesidad de que un agente externo, como el hidróxido, actúe en la reacción.
4. Procesos enzimáticos. En la actualidad se están investigando algunas enzimas que puedan servir como aceleradores de la reacción aceite-alcohol. Este proceso no se usa en la actualidad debido a su alto coste, el cual impide que se produzca biodiesel en grandes cantidades (Cruz, L. A. 2008).

D. Aplicaciones

El biodiesel puede ser utilizado en estado puro (B100) o puede ser mezclado con diesel de petróleo en las operaciones de concentración en la mayoría de la bomba de inyección diesel. Nueva extrema alta presión (29.000 psi) a los motores tiene límites estrictos fábrica de B5 o B20 según el fabricante. El biodiesel tiene diferentes propiedades disolventes que el petrodiesel y se degradará juntas de caucho natural y de las mangueras en los vehículos (en su mayoría vehículos fabricados antes de 1992), aunque éstos tienden a llevar a cabo de forma natural y es muy probable que ya hayan sido

reemplazados por FKM, que no es reactiva al biodiesel. El biodiesel se ha sabido romper los depósitos de residuos en las líneas de combustible, donde se ha utilizado el petrodiesel. Como resultado, los filtros de combustible pueden ser obstruidos con partículas si una transición rápida de biodiesel puro se hace. Por lo tanto, se recomienda cambiar los filtros de combustible en los motores y calentadores poco después de primero de cambiar a una mezcla de biodiesel (Cruz, L. A. 2008).

E. Ventajas

- El biodiesel disminuye de forma notable las principales emisiones de los vehículos, como son el monóxido de carbono y los hidrocarburos volátiles, en el caso de los motores de gasolina, y las partículas, en el de los motores diésel.
- La producción de biodiesel supone una alternativa de uso del suelo que evita los fenómenos de erosión y desertificación a los que pueden quedar expuestas aquellas tierras agrícolas que, por razones de mercado, están siendo abandonadas por los agricultores.
- El biodiesel supone un ahorro de entre un 25% a un 80% de las emisiones de CO₂ producidas por los combustibles derivados del petróleo, constituyendo así un elemento importante para disminuir los gases invernadero producidos por el transporte.
- Por su mayor índice de octano y lubricidad reduce el desgaste en la bomba de inyección y en las toberas.
- No tiene compuestos de azufre por lo que no los elimina como gases de combustión.
- El biodiesel también es utilizado como una alternativa de aceite para motores de dos tiempos, en varios porcentajes; el porcentaje más utilizado es el de 10/1.
- El biodiesel también puede ser utilizado como aditivo para motores a gasolina (nafta) para la limpieza interna de estos (Cruz, L. A. 2008).

2.3.2 MARCO REFERENCIAL

2.3.2.1 Referencial geográfico

A. Masagua, Escuintla

De acuerdo con la Ley Preliminar de Regionalización de la República de Guatemala, Masagua y los municipios del Departamento de Escuintla, pertenecen a la Región V o Central, integrada también por los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. Esta región tiene una extensión territorial de 6,827 Kms², equivalente al 6.27% del territorio nacional. De este territorio, Masagua ocupa 448 Kms², equivalente al 6.6% del territorio regional y 10.2% del territorio departamental de Escuintla, que tiene una extensión de 4,384 Kms² (Municipalidad de Masagua, 2010).

Masagua es uno de los municipios del Departamento de Escuintla y desde Guatemala, se puede acceder por la ruta nacional 3 o carretera Interoceánica CA-9, que en el departamento une la cabecera, Escuintla, con el Puerto de San José. Es de aclarar que esta carretera quedó marginada por la construcción de la autopista hacia Puerto Quetzal, con lo que las poblaciones quedaron sobre una ruta ahora convertida en secundaria. El ferrocarril dejó de transitar hace años (Municipalidad de Masagua, 2010).

La altitud promedio del municipio es de 100 msnm, sin mayores variaciones. Su cabecera municipal se ubica en los paralelos: Longitud: 90°51'34" , Latitud: 14°12'05" Sus colindancias son: Norte: Escuintla y San Vicente Pacaya, Este: Guanagazapa e Iztapa Sur: San José, Oeste: La Democracia. El Territorio del municipio es de 448 Kms² y está habitado por 32,245 personas, para una densidad poblacional es de 72 hab/Km², inferior a la media nacional que se ubica en 117 hab/Km², para 2004. El idioma predominante en el municipio es el castellano, pues la población indígena es mínima (Municipalidad de Masagua, 2010).

La Fiesta Titular del Municipio se celebra el tercer viernes de Cuaresma, por lo que es una fiesta móvil.

a. Red vial interna

La comunicación terrestre en el municipio de Masagua se realiza principalmente sobre la carretera antigua al Puerto de San José, que es la columna vertebral desde que desapareció la actividad ferrocarrilera, que competía con ella. Las fincas, especialmente las dedicadas a la caña de azúcar, tiene caminos que comunican con los ingenios. También existen caminos vecinales, roderas y veredas que comunican los poblados con la cabecera municipal o con los municipios vecinos (Municipalidad de Masagua, 2010).

b. Datos de población

Según el XI Censo de Población y VI de Habitación (INE 2003), Masagua tiene una población de 32,245 habitantes, distribuida en 51.27% hombres y 48.73% mujeres, que habitan 8,243 viviendas ubicadas en 173 lugares poblados: 1 pueblo (cabecera municipal), 8 Aldeas, 8 Caseríos, 4 cantones, 151 fincas y haciendas (Municipalidad de Masagua, 2010). Del total de habitantes mayores de 7 años, el 23.0% es analfabeta, especialmente en el área rural y con mayor incidencia en mujeres, sin considerar a quienes han caído en analfabetismo por desuso. Del total de analfabetas de 7 años y más, las mujeres representan el 52.7%, mientras los hombres el 47.3% (Municipalidad de Masagua, 2010).

Étnicamente la población se reconoce como maya solo el 4.6%, identificándose como ladina el 95.1% y de otra procedencia étnica el 0.3%. La población de Masagua, es sumamente joven, dado que el 53.1% aún no cumple 20 años y de este porcentaje, el 51.2% son hombres y 48.8% mujeres. En el siguiente estrato, población entre 20 y 59 años (a priori, se considera como fuerza laboral vigente), se ubica el 40.2% de la población y de este sector poblacional el 50.8% son hombres y 49.2% mujeres (Municipalidad de Masagua, 2010).

El tercer estrato incluye a personas de 60 y más años (tercera edad) quienes representan el 6.6% del total de la población con una distribución por género de 55.7% hombres y 44.3% mujeres. El dato es válido para generar programas especiales para el estrato (Municipalidad de Masagua, 2010).

La Población Económicamente Activa (PEA) del Municipio, considerando en la cifra a la población de 7 años de edad y más, es del 33.7% y este porcentaje el 86.8% son hombres y 13.2% mujeres. Es importante hacer notar que estas cifras pueden estar ocultando un fenómeno de invisibilidad del trabajo femenino, que distorsiona la realidad y hace de menos su peso específico (Municipalidad de Masagua, 2010). La principal fuente de trabajo de la PEA es el Trabajo no Calificado, con un porcentaje del 54.7%. La PEA masculina tiene un 55.9% de trabajadores no calificados, mientras que la PEA femenina tiene menos porcentaje de trabajadoras no calificadas: 46.7%. Estos datos reflejan la situación laboral de las familias de Masagua, que tradicionalmente se ocupan en labores de recolección en las fincas y mal pagado (Municipalidad de Masagua, 2010).

Cuadro 6. Datos de población

Grupos de edad (en años)	TOTAL		HOMBRES		MUJERES	
	Total del Rango	% de la Población Total	Total del Rango	% de la Población Total de Hombres	Total del Rango	% de la Población Total de Mujeres
00 – 04	4,579	14.20	2,275	13.76	2,304	14.66
05 – 09	4,632	14.37	2,409	14.57	2,223	14.15
10 – 14	4,356	13.51	2,239	13.54	2,117	13.47
15 – 19	3,581	11.11	1,848	11.18	1,733	11.03
20 – 24	2,755	8.54	1,414	8.55	1,341	8.53
25 – 29	2,209	6.85	1,110	6.71	1,099	6.99
30 – 34	1,897	5.88	944	5.71	953	6.07
35 – 39	1,615	5.01	774	4.68	841	5.35
40 – 44	1,502	4.66	760	4.60	742	4.72
45 – 49	1,162	3.60	597	3.61	565	3.60
50 – 54	1,076	3.34	591	3.57	485	3.09
55 – 59	741	2.30	388	2.35	353	2.25
60 – 64	611	1.89	341	2.06	270	1.72
65 – 69	501	1.55	249	1.51	252	1.60
70 – 74	410	1.27	221	1.34	189	1.20
75 – 79	305	0.95	177	1.07	128	0.81
80 – 84	186	0.58	117	0.71	69	0.44
85 y más	127	0.39	78	0.47	49	0.31
TOTAL	32,245		16,532		15,713	
%	100.0	100.00	51.27	100.00	48.73	100.00

Fuente: Municipalidad de Masagua, 2010

c. Servicios básicos

Un signo preocupante es el que solo una tercera parte de la población disponga de agua entubada (Cuadro 7), ya sea para uso privado o comunitario, siendo el pozo el servicio más utilizado. La dificultad reside en que es sumamente difícil controlar la calidad del agua extraída de pozos (61.1%). Considerando que el 22% de las viviendas se ubica en el área urbana y asumiendo que todas las casas estén conectadas a la red de distribución se concluye que, la carencia de servicio de agua se da en las comunidades rurales (Municipalidad de Masagua, 2010). De igual manera, el 20% de las viviendas no dispone de servicio sanitario, como se aprecia en la Cuadro 8, una señal alarmante por las implicaciones que tiene para la presencia de enfermedades gastrointestinales y parásitos en las comunidades rurales. De acuerdo a las estadísticas de la Cuadro 9, el municipio no cuenta con un adecuado manejo de basuras, dado que las familias se deshacen de ella quemándola (88.2%) o “la tiran en cualquier lugar” (6%). Apenas el 2.4% reconocen usar un servicio de basura ya sea municipal o privado (Municipalidad de Masagua, 2010).

El municipio de Masagua tiene una cobertura aceptable de iluminación artificial por energía eléctrica, dado que la fuente informa que alcanza el 77.6% del total de viviendas. Todavía un 17.7% se ilumina con velas, lo que denota la pobreza de la población (Cuadro 10) (Municipalidad de Masagua, 2010).

Cuadro 7. Servicios básicos, abastecimiento de agua

Fuente de Abastecimiento	Hogares	
	Casos	%
Pozo	4353	61.1
Chorro de uso exclusivo	2209	31.0
Chorro para varios hogares	322	4.5
Chorro público fuera del local	83	1.2
Río, lago o manantial	41	0.6
Camión o tonel	37	0.5
Otros	75	1.1
TOTAL DE HOGARES	7,120	100.0

Fuente: Municipalidad de Masagua, 2010

Cuadro 8. Servicios básicos, disposición final de excretas

Disposición Final	Hogares	
	Casos	%
Letrina o pozo ciego	3030	42.6
No tiene servicio sanitario	1435	20.2
Inodoro, fosa séptica	1077	15.1
Inodoro, red de drenajes	1010	14.2
Excusado lavable	568	7.9
TOTAL DE HOGARES	7,120	100.0

Fuente: Municipalidad de Masagua, 2010

Cuadro 9. Servicios básicos, disposición final de basuras

Forma de Eliminación	Hogares	
	Casos	%
La queman	6282	88.2
La tiran en cualquier lugar	431	6.0
La entierran	226	3.2
Servicio privado	140	2.0
Servicio municipal	26	0.4
Otra forma	15	0.2
TOTAL DE HOGARES	7,120	100.0

Fuente: Municipalidad de Masagua, 2010

Cuadro 10. Servicios básicos, iluminación artificial

Tipo de Iluminación	Hogares	
	Casos	%
Luz eléctrica	5529	77.6
Candela	1261	17.7
Gas corriente	284	4.0
Panel solar	33	0.5
Otro tipo	13	0.2
TOTAL DE HOGARES	7,120	100.0

Fuente: Municipalidad de Masagua, 2010

d. Sector económico

La actividad económica principal de Masagua se concentra en el sector primario, en especial en la agricultura, ocupando a un 60.5% de la PEA. Las actividades económicas principales en el municipio de Masagua, son:

i. Agricultura

El 65.0% de los hombres del municipio comprendidos en la población económicamente activa se dedican a la agricultura, mientras en el caso de las mujeres es el 30.9%. La caña de azúcar es la principal producción del municipio, alcanzando a generar más de 1,140,000 quintales y duplicando la extensión dedicada a otras actividades productivas, como por ejemplo la ganadería (Municipalidad de Masagua, 2010).

ii. Pecuaria

La actividad pecuaria se manifiesta tanto en la economía familiar de subsistencia (algún ganado mayor, algunas aves de corral), tanto como en la economía tecnificada. Existe una empresa que se dedica a la explotación de pollo de engorde, con una producción de 1,282,275 unidades al año. La industria láctea es también importante, alcanzando una producción de 5,400,000 litros de leche, lo que significa que la ganadería también contribuye a la homogeneización del paisaje, al convertir en pastizales los territorios que antes albergaban bosques (Municipalidad de Masagua, 2010).

e. Clima del municipio

Para determinar el clima de un espacio geográfico, es necesario tomar en cuenta todos los factores edáficos que intervienen en el mismo. Para el espacio geográfico que delimita el Municipio de Masagua, los factores que intervienen son los siguientes:

i. Hidrografía

El Municipio de Masagua está irrigado por los siguientes ríos, 19 en total:

- Achiguate
- Cueros o Mijangos
- La Pedrera
- Piedras Coloradas
- Ceniza
- La Cañada
- Limón
- Ulapa
- Cristalino
- La Mora
- Naranjo.
- Agua Zarca
- Escalante
- La Virgen
- Quitasombrero
- Botón Blanco
- Guacalate
- Las Hojas
- Seco

Existe, además, un riachuelo de nombre Placetas. Los zanjones conocidos son: El Pájaro, Las Pozas, Orruego, La Morita , Los Ayotes, Poza de Dolores, Suquite, Las Malicias, Marucas, Santa Elena y Zarco. Entre las quebradas se encuentran: del Hacha, Frijolillar, Las Cañas, Monte Largo, del Muerto, Guayabillo, Las Trozas, Quiebra, Hacha Seca, El Perol, La Pedrera , Limón y Quitasombrero. Completan el panorama hidrográfico las lagunetas Cara Sucia, El Flor, El Lobón y Orruego. Los ríos Achiguate y Guacalate son los más caudalosos. El Achiguate es el más conocido no solo por su caudal, sino por los daños que ocasiona anualmente al salirse de cauce, lo que desnuda la falta de planes tanto de prevención como de atención a las emergencias. La profundidad de la capa freática es de 2 a nueve metros (Municipalidad de Masagua, 2010).

ii. Montañas y cerros

El Municipio de Masagua no tiene grandes variaciones en el relieve, el que posee las características generales de la región costera del Pacífico. Solo se conocen como montañas La Campana y Laguna Blanca. La altura promedio del municipio es de 100 msnm. El municipio tiene suelos de la serie Bucul de origen aluvial, siendo arcillas neutras de color café rojizo; los suelos de textura franco arenosa son de productividad agrícola y son intensamente trabajados con cultivos limpios, especialmente con caña de azúcar.

iii. Temperatura

El carácter del clima es cálido húmedo, teniendo la temperatura una media anual de 25.5°, con variación mínima de 3.8° entre los meses menos cálidos (noviembre-enero, con temperaturas promedio de 23.9) y los meses más calurosos (marzo-mayo, con temperaturas medias de 35°). La distribución diaria de la temperatura sigue una curva que alcanza los valores máximos entre las 12:00 y las 15:00 horas y los valores mínimos entre las 19:00 y las 07:00 horas (Municipalidad de Masagua, 2010).

iv. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial oscila entre 703 a 2063 mm anuales, siendo los meses lluviosos de abril a octubre, con los últimos dos meses como los que tienen mayores precipitaciones. La lluvia cae en promedio de 109 a 115 días de lluvia. En cuanto a la humedad relativa, puede llegar hasta 90%, de acuerdo al régimen de lluvias. Las fluctuaciones diarias que se observan tienen una variación entre la tarde-noche y la madrugada (17:00 a 06:00), llegando a tener valores cercanos a la saturación. La humedad relativa a medio día es relativamente poca (Municipalidad de Masagua, 2010).

v. Geología

La erosión de las montañas del norte del departamento de Escuintla provocó a lo largo de los milenios, que los ríos depositaran enormes cantidades de sedimentos. Por su parte, los volcanes también contribuyeron con enormes masas de cenizas. De esta manera, la planicie en que se encuentra Masagua está formada por materiales volcánicos variados, en forma de sedimentos aluviales o como productos eruptivos. El clima y las condiciones del suelo han permitido la diversidad de zonas de vida con que cuenta el país. En la región de la costa sur se pueden identificar primordialmente dos zonas de vida: el bosque húmedo sub-tropical cálido y el bosque muy húmedo sub-tropical cálido. Sin embargo, en la actualidad es raro encontrar vegetación en estado natural, pues los bosques cedieron paso al cultivo de la caña de azúcar, el algodón, a los pastos. Con baja

densidad se pueden encontrar algunas de las especies sobrevivientes: cedro, caoba, conacaste, matilisguate, las cuales tienen un importante valor económico. La configuración edáfica condiciona la climatología y las características de las unidades bioclimáticas, siguientes (Cuadro 11 y 12), según el Mapa Temático “Zonas de Vida Holdridge” (Municipalidad de Masagua, 2010).

Cuadro 11. Zonas de vida, Holdridge

Bosque Húmedo Subtropical Cálido		
Precipitación	Pluvial	Promedio:
1826mm/año,	oscilación	(1587mm/año a 2066mm/año)
Temperatura : entre 21 o C y 25 o C		
Relieve : Plano a accidentado		
Condiciones Climáticas : variables por influencia de vientos		
Especies Representativas : corozo, volador, conacaste, puntero, mulato		
Uso Apropriado : fitocultivos		
Principales Cultivos: caña de azúcar, banano, café hule, cacao. Cítricos, maíz, frijón, arroz, citronela		

Fuente: Municipalidad de Masagua, 2010

Cuadro 12. Zonas de vida, Holdridge

Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido		
Precipitación	Pluvial	Promedio:
1826mm/año,	oscilación	(1587mm/año a 2066mm/año)
Temperatura : entre 21 o C y 25 o C		
Relieve : plano a accidentado		
Condiciones Climáticas: variables por influencia del viento.		
Especies Representativas : castaño, hormigo, palo de marimba, mora		
Uso Apropriado : manejo forestal		
Principales Cultivos : ninguno		

Fuente: Municipalidad de Masagua, 2010

f. Mapa de ubicación

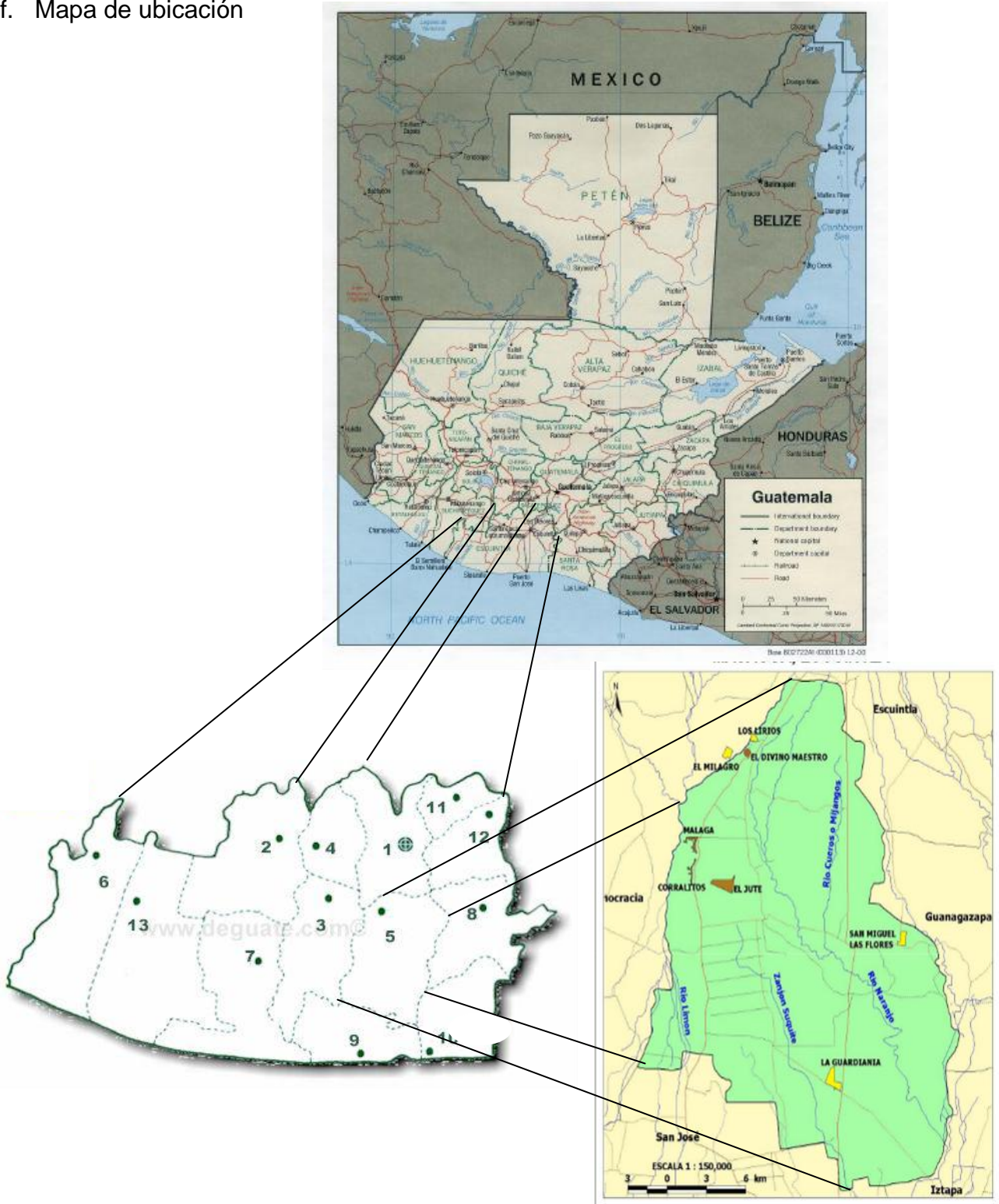


Figura 7. Mapa de ubicación del Municipio de Masagua, Escuintla

Fuente: Elaboración propia

2.3.2.2 Referencial contextual

A. La conflictividad agraria y ambiental de la costa sur de Guatemala

A la luz de la realidad, se ha visto que con el pasar del tiempo en la costa sur se han profundizado los conflictos agrarios, han habido muertos, heridos, desalojos y persecución; dejando únicamente el recurso de la organización y movilización social, para presionar a la iniciativa privada y la administración pública, para que atiendan las demandas y respeten la dignidad de las familias, comunidades y población rural de la Costa Sur.

Los principales problemas que afectan a la región son:

1. La insuficiente tierra y la falta de certeza jurídica de las tierras tanto de las comunidades, como de la gran propiedad. Grandes extensiones de tierra en pocas manos han crecido en procesos anómalos. Situación que ha provocado inestabilidad social, la inequidad e injusticias de toda clase, con el beneplácito del sistema judicial y los Registros de Bienes Inmuebles.
2. Falta de atención de la institucionalidad del Estado para la atención de las necesidades de las comunidades, que provocan pobreza, desnutrición y vulnerabilidad, principalmente el sufrimiento de mujeres y niños que afectan la salud reproductiva y el crecimiento normal de la niñez, cuando hay problemas de desastres naturales, pero también como consecuencia de desalojos, violencia y otras casusas de conflictividad agraria.
3. Ambiente y Cambio Climático, que en los últimos años ha generado alteración en el clima, desorden en el ciclo de siembras, inundaciones, carestía y alza de los productos de la canasta básica, brote de enfermedades, pérdida de biodiversidad y otros desastres naturales, como consecuencia directa de las acciones irresponsables de las grandes industrias agrícolas de la región y la falta de conciencia social, sumando a ello las aspersiones realizadas por Moscamed que consideramos guerra biológica sobre las comunidades y que han sufrida por mas de 30 años.

4. Uso irresponsable del agua por parte de los finqueros que provocan escases para la población en la Costa Sur. Con ese uso indebido de los ríos dejan sin agua durante el verano a cientos de comunidades río abajo y en invierno provocan inundaciones y han sido los mayores depredadores de los bosques y de la destrucción de los ecosistemas, la biodiversidad, la destrucción paulatina de los manglares y humedales de la región de la costa sur.

Para los problemas que se plantean existen soluciones que pueden llevar por mejor camino el desarrollo de la región, dichas propuestas son:

1. Que las grandes fincas de la Costa Sur, reconozcan el derecho de existencia y propiedad de las comunidades rurales, su libre determinación de producir sus propios alimentos, a construir sin presión ni coacción sus propias alternativas de desarrollo rural integral.

2. Se les hace un llamado a los dueños de las grandes fincas de caña, de ganado, de banano, hule y palma africana, así como a las empresas ligadas a hidroeléctricas, a respetar en primer lugar, el agua como bien público. En los últimos años dichas fincas han desviado el curso de los ríos, perforado pozos de gran profundidad, que han dejado a las comunidades sin el vital líquido. Si estas acciones empresariales continúan y de no atender este llamado, se esperan grandes movilizaciones sociales, porque el acceso al agua debe ser y será siempre un Derecho Humano.

3. Aumentar la inversión pública para la solución de los problemas sociales y ambientales de la población y empezar cuanto antes, el despegue de la productividad y economía campesina e indígena, lo que suponen acciones de gobierno, los gobernadores y alcaldes, como administradores del presupuesto nacional. En este sentido es vital la implementación de la Política Nacional de Desarrollo Rural Integral aprobada por el presidente Colom en 2009.

4. Fortalecer la institucionalidad agraria como: el Fondo de Tierras para que reestructure el pago de la deuda agraria y la Secretaría de Asuntos Agrarios para la desactivación de la conflictividad agraria; pero también la urgente necesidad de creación de los tribunales agrarios y formular un Código Agrario, como lo establecen los acuerdos

de paz. Así mismo, la inmediata implementación de otras políticas y estrategias que la sociedad civil ha presentado.

5. Fortalecer la participación ciudadana en los diferentes niveles de decisión pública, lo que supone un fortalecimiento de los Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODEs- y Consejos Municipales de Desarrollo -COMUDEs-, con especial atención de las Oficinas Municipales de la Mujer con pleno respeto a la autonomía de los intereses político partidista, pero también se tome en cuenta las formas propias de organización comunitaria y de los pueblos indígenas, con integración en igualdad de oportunidades para las mujeres.

6. Es urgente implementar un plan de emergencia y de largo plazo para la reforestación, tratamiento de la basura y el saneamiento ambiental, como condiciones inmediatas para enfrentar el cambio climático.

La construcción de la paz requiere del esfuerzo de todos y todas, pero esto es solo posible, si los actores asuman con responsabilidad y voluntad la resolución de todos los conflictos agrarios que hoy erosionan la confianza, opacan el futuro y hundan a la población de la región en la incertidumbre. El desarrollo rural integral, la estabilidad social, la gobernabilidad con justicia social, en armonía con el ambiente, con un Estado de Derecho, incluyente y seguro, son entre otras, las condiciones para una verdadera paz en Guatemala.

B. El piñón (*Jatropha curcas* L.) en Guatemala

En Guatemala se está promocionando el piñón (*Jatropha curcas* L.) como otro cultivo energético. El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (Maga), a través de mapas del territorio nacional, consideran que existen alrededor de 620 mil hectáreas de tierras que podrían ser plantadas con piñón, planta utilizada como cercas vivas. El MAGA considera que se podría producir suficiente biodiesel para reemplazar el 80 por ciento de derivados del petróleo que el país importa en la actualidad. Entre las empresas que estuvieron invirtiendo en este sector, se menciona la empresa vasca CIE Automotive,

grupo industrial que ha trabajado en el desarrollo de las materias primas para la producción de biodiesel. Su objetivo era, conseguir gestionar una capacidad instalada de más de 700 mil m³ de biodiesel para finales del 2008. Inició sus actividades en Brasil, en el cultivo y explotación industrial de piñón (*Jatropha curcas* L.). A través de su sociedad filial, Bionor adquirió el 51% en la empresa Biocombustibles de Guatemala S.A. (BCGSA) por 2,3 millones de euros. Esta empresa centroamericana se ha dedicado a la investigación y desarrollo del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.) y en la producción de biodiesel a partir del aceite vegetal extraído de su semilla, así como partiendo de aceite usado. Esta operación conllevaba también, de forma simultánea, la adquisición de la finca San Francisco-La Canoa, situada en el municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa, Guatemala, de una superficie de 473 hectáreas, para sus investigaciones. Su proveedor era la empresa Octagón, que poseía unas 2.500 Ha plantadas con piñón (*Jatropha curcas* L.), y esperaba iniciar en el año 2009, la explotación de una plantación de 50 mil hectáreas. Su gerente cuando se le entregó un premio ambiental otorgado por la Comisión Ambiental de la Secretaría de Integración Centroamericana, dijo que su preocupación principal era adquirir suficiente tierra, en su mayoría arrendada, para cultivar cantidades cuantiosas de piñón (*Jatropha curcas* L.) y financiar la inversión inicial para empezar la producción agrícola a gran escala. (RALLT, 2008).

Otra empresa que se dedicó a trabajar este tema fue Biopersa, que producía biodiesel mediante el aceite reciclado de los restaurantes de Antigua Guatemala, obteniendo costos de hasta Q.28.00 por galón, sin embargo, los restaurantes al darse cuenta que era un negocio rentable comenzaron a ponerle un precio muy alto a los aceites, provocando que el precio de producción se elevara y llegara a costar más que el diesel normal.

De la experiencia obtenida, en el tema de biodiesel, por estas empresas, actualmente la Asociación de Combustibles Renovables de Guatemala -ACR- en los diversos foros que realizan concluyen que no es rentable, por el momento, producir biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.), sino que debe de

esperarse unos cinco años más, hasta que se obtenga y se comercialice una variedad genética mejorada de piñón (*Jatropha curcas* L.), que sea de alto rendimiento.

C. Antecedentes del proyecto: Producción de biodiesel a base del aceite de la semilla del piñón (*Jatropha curcas* L.), en Masagua, Escuintla.

Originalmente la Sociedad Anónima “Biodiesel, Mazat Aguí” surgió como un proyecto que impulsaría la extracción de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) con el fin de producir biodiesel. Inicio sus actividades organizacionales con la participación activa de 28 socios. La organización fue inscrita legalmente el 21 de mayo del año 2008 y actualmente tiene 3 años de funcionamiento.

Por medio del Proyecto “Alimentos para el Progreso” de la Universidad Texas A&M, la Sociedad recibió apoyo en servicios, capacitación, asesoría técnica, materiales y ayuda monetaria para la implementación de una planta de procesamiento de biodiesel, pero después de ser implementada, la misma quedó inactiva por espacio de un año y medio. La inactivación fue debido a problemas en la extracción de aceite por el mal funcionamiento mecánico de la máquina extrusora de aceite y por el desconocimiento acerca funcionamiento de la máquina transesterificadora. Por lo anterior, actualmente el Proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y comercialización (AGTEC), firmó con la Sociedad una carta de entendimiento para retomar el proyecto e impulsar su activación mediante una nueva alternativa de industrialización de la biomasa de la planta de piñón.

Dentro de los logros obtenidos por la Sociedad destacan: La donación de la planta procesadora de biodiesel, con una extrusora y una transesterificadora debidamente instaladas, así como los materiales y el equipo mínimo para su funcionamiento. Además, se señala el fracaso de la Sociedad por la falta de continuidad en el procesamiento del biodiesel por desconocimiento del sistema.

D. Información sobre Sociedad Anónima Mazat Aguí

El grupo productor beneficiado con el proyecto es la Sociedad Anónima Mazat Aguí, ubicada en el municipio de Masagua del departamento de Escuintla, cuya sede se encuentra ubicada en el propio municipio.

La asociación está conformada por 28 asociados de las comunidades aledañas del municipio en mención, siendo un total de 12 socios los que se encuentran en calidad de activos, 2 mujeres y 10 hombres, mismos que participan en el proyecto propuesto.

Cada familia cuenta con un promedio de 11,000 plantas de piñón (*Jatropha curcas* L.) de diversas variedades nativas que han sido establecidas como cercos vivos, con un rendimiento que va de 4 a 6 qq de semilla/Ha. Actualmente las plantas no se utilizan más que para la separación física de los terrenos del lugar, por lo que su establecimiento como cultivo productivo busca una producción mínima de 2 Ton/Ha en los primeros 3 años y de 5 Ton/Ha a partir del cuarto año.

Cabe destacar que los socios que poseen la planta procesadora, cuentan con un nivel educativo de nivel medio e incluso en algunos casos universitario, tienen capacidad económica, puesto que son personas con cantidades extensas de terreno y en su mayoría poseen fincas con producción de ganado lechero. Sin embargo, un dato curioso es que a pesar de contar con recursos económicos, no poseen iniciativa y prefieren que se les regale todo sin tener que invertir nada, ésta es una de las razones por las que el proyecto no ha tenido avances y corre peligro que se vuelva a abandonar.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 GENERAL

Evaluar la sostenibilidad de la producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.), siguiendo los pasos del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), con énfasis en los pequeños agricultores y en su contexto local.

2.4.2 ESPECÍFICOS

- Conocer la producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L), como objeto de evaluación.
- Determinar los puntos críticos que sirvan de base para la elaboración de los indicadores respectivos.
- Seleccionar los criterios de diagnóstico e indicadores de evaluación para la medición respectiva de la sostenibilidad del proyecto.
- Medir y monitorear objetivamente los indicadores seleccionados

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A BASE DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.)

Se evaluó la sostenibilidad de la producción de biodiesel a base de piñón (*Jatropha curcas* L.), siguiendo los pasos del marco MESMIS, con énfasis en los pequeños agricultores y en su contexto local. Estos pasos son:

- 1) definición del objeto de evaluación, para este caso la producción de biodiesel;
- 2) determinación de los puntos críticos;
- 3) selección de criterios de diagnóstico e indicadores;
- 4) medición y monitoreo de los indicadores seleccionados;
- 5) presentación de resultados; y
- 6) conclusiones y recomendaciones.

Se caracterizó a detalle el manejo del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.), que es el que alimenta de semilla a la planta, se hizo recorridos de campo, entrevistas informales y la aplicación de encuestas sobre las prácticas agrícolas que afectan directamente el subsistema. Se consultó información estadística sobre el uso de suelo y las condiciones socioeconómicas de la comunidad; se hizo investigación bibliográfica.

El equipo evaluador estuvo formado el Presidente de la Sociedad, un estudiante del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniero Agrónomo y el apoyo de los miembros activos que implementaron el cultivo.

En el caso de la planta procesadora de biodiesel, se realizaron las pruebas de rendimiento de aceite en bruto y puro; las pruebas de la capacidad instalada de la extrusora y la transesterificadora, así como los costos para obtener un galón de biodiesel. A continuación se presentan las herramientas metodológicas utilizadas para la obtención de información, medición y monitoreo de los indicadores en el presente estudio, dividiéndolas en las cuatro diferentes áreas de evaluación.

2.5.1.1 Sostenibilidad técnica

La herramienta básica para recopilar información en esta área es la utilización de dos boletas, las cuales fueron diseñadas especialmente para registrar la calidad del suelo y el manejo del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L). La aplicación de las boletas se realizó durante el recorrido por la parcela con el productor. (Anexo 1 y 2).

Para la prueba del rendimiento de extracción de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) se procedió a alimentar la extrusora y se midió con una probeta la obtención de aceite bruto por libra de semilla, a nivel de laboratorio se hizo la filtración respectiva para obtener el rendimiento de aceite puro por libra de semilla. De esta filtración, se realizaron las pruebas necesarias para obtener biodiesel, y por ende su rendimiento por litro de aceite. Los datos se compararon con los datos teóricos investigados en revisiones bibliográficas.

La capacidad instalada de la extrusora se obtuvo al relacionar la cantidad de semilla que se procesa por hora y por ende la cantidad de aceite puro obtenido durante ese tiempo. Para el caso de la transesterificadora el proceso de mezcla determinó el tiempo que se necesita para procesar un galón de biodiesel. Otros criterios a tomar en cuenta son la creación y/o fortalecimiento de la capacidad técnica y la capacidad física, además de que el proyecto pueda continuar desarrollándose, ya que no se presentan problemas de orden público o la situación de orden público, aunque no es la óptima, permite la ejecución del proyecto.

Estos criterios fueron medidos mediante los siguientes indicadores:

Capacidad técnica (Anexo 3.11)

Disponibilidad de material (Anexo 3.12)

Estado de la infraestructura (Anexo 3.13)

Estado del proyecto por razones de seguridad (Anexo 3.1)

La tenencia de la tierra es otro de los indicadores importantes que fueron medidos, esto mediante la aplicación de un boleto de entrevista para los productores asociados. (Anexo 4)

2.5.1.2 Sostenibilidad económica

La viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos del proyecto de producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.), se midió mediante boletas que evaluaron los siguientes indicadores.

- Disponibilidad de recurso financiero (Anexo 3.14)
- Disponibilidad de los beneficiarios para cubrir costos de los servicios públicos. (Anexo 3.15)
- Viabilidad financiera del proyecto (Anexo 3.16)
- Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso (Anexo 3.17)

Otro indicador tomado en cuenta en esta área fue la obtención de los costos de producción de un galón de biodiesel, determinando el costo de cada insumo que se utiliza en el proceso. Este costo fue comparado con el costo de un galón de diesel

También fue necesario evaluar la creación y/o fortalecimiento de la capacidad administrativa, mediante la boleta que mide el siguiente indicador: Capacidad administrativa (Anexo 3.10)

2.5.1.3 Sostenibilidad social

En este apartado, se tomaron en cuenta diversos criterios con sus respectivos indicadores, los cuales se detallan a continuación:

En el caso de apropiación del proyecto por parte de la comunidad se medirán por medio de las boletas que evaluaron los siguientes indicadores:

- Nivel de uso del servicio (Anexo 3.2)
- Nivel de participación de la comunidad (Anexo 3.3)

La apropiación de los procesos del proyecto por parte de las entidades del sector público (diferentes al operador), del operador y de las organizaciones de la sociedad civil (diferentes al operador), se midieron mediante las boletas que evaluaron los siguientes indicadores:

- Nivel de institucionalización de los procesos en el sector público. (Anexo 3.4)
- Nivel de institucionalización de los procesos (operador) (Anexo 3.5)
- Nivel de participación de las organizaciones de la sociedad civil (Anexo 3.6)

En el caso de la coordinación y cooperación entre los diferentes actores y la creación y/o fortalecimiento de la capacidad de organización comunitaria, estas se midieron mediante las boletas que evalúan los siguientes indicadores:

- Nivel de coordinación y cooperación entre actores. (Anexo 3.7)
- Nivel de organización comunitaria (Anexo 3.8)
- Grupos o redes conformados para el autoapoyo (Anexo 3.9)

El grado de dependencia de los productores para con los insumos que alguna organización pueda darles es otro de los indicadores medidos, así como la capacidad de gestión que tienen de sus propios recursos para continuar con la producción. (Anexo 4).

2.5.1.4 Sostenibilidad ambiental

Las herramientas utilizadas para recopilar información de tipo ambiental son: la observación de las plantaciones forestales cercanas, entrevista directa con los productores para conocer el interés que tienen en la utilización de terrenos forestales, para la implementación de nuevos proyectos, recorridos de campo con los agricultores, investigación bibliográfica y consulta de investigaciones realizadas en el área. Otros indicadores observados son el aprovechamiento de los subproductos de la producción de biodiesel y las ventajas ambientales del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.). (Anexo 5).

2.5.1.5 Determinación de puntos críticos e indicadores

Cuadro 13. Matriz de puntos críticos e indicadores

* Área: (A) Ambiental, (E) Económica y (S) Social ** MM: Métodos de medición: (a) Trabajo directo, (b) entrevista, (c) medición directa mediante la aplicación de boletas y (d) revisión bibliográfica.

Atributo	Punto crítico	Criterio de diagnóstico	Indicador	Área*	MM**
Adaptabilidad	Eficiente manejo de los recursos disponibles	Apropiación del proyecto por parte de la comunidad	Nivel de uso del servicio	S	c
			Nivel de participación de la comunidad	S	c
		Apropiación de los procesos del proyecto por parte de las entidades del sector público (diferentes al operador)	Nivel de institucionalización de los procesos en el sector público.	S	c
		Apropiación de los procesos del proyecto por parte del operador	Nivel de institucionalización de los procesos (operador)	S	c
		Apropiación de los procesos del proyecto por parte de las organizaciones de la sociedad civil (diferentes al operador)	Nivel de participación de las organizaciones de la sociedad civil	S	c
		Coordinación y cooperación entre los diferentes actores.	Nivel de coordinación y cooperación entre actores.	S	c
		Creación y/o fortalecimiento de la capacidad de organización comunitaria.	Nivel de organización Comunitaria	S	c
			Grupos o redes conformados para el autoapoyo	S	c

Estabilidad Resiliencia	Calidad del suelo	Conservación del suelo	Características del suelo	T	c
			Fertilidad del suelo	T	c
	Salud del Cultivo	Sistema de manejo del cultivo.	Características del cultivo	T	c
			Prácticas agrícolas de manejo	T	b,c
	Mal manejo de desechos	Se manejan de buena manera los desechos	Manejo de desechos en la planta procesadora de biodiesel	A	c
Mal aprovechamiento del cultivo	Se aprovechan las propiedades ambientales del cultivo	Atribuciones ambientales al cultivo de piñón	A	c,d	
Productividad	Alto costo	Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	Costo de producción de un galón de biodiesel	E	c,d
	Baja rentabilidad		Disponibilidad de recurso financiero	E	c
			Disponibilidad de los beneficiarios para cubrir costos de los servicios públicos.	E	c
			Viabilidad financiera del proyecto	E	c
			Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso.	E	c
	Baja productividad	Buen rendimiento	Rendimiento de aceite y biodiesel	T	a,d
		Capacidad óptima	Capacidad instalada de la extrusora	T	a
Capacidad instalada de la transesterificadora			T	a	

Equidad	Acceso a la tierra	Disponibilidad de tierra	Tenencia de la tierra	A, S	b
	Seguridad pública	El proyecto puede continuar desarrollándose, ya que no se presentan problemas de orden público o la situación de orden público, aunque no es la óptima, permite la ejecución del proyecto.	Estado del proyecto por razones de seguridad	T	c
Autogestión	Alta dependencia de insumos externos	Control del sistema de producción	Grado de dependencia de insumos externos	E, S	b
			Capacidad de gestión	E, S	b

Fuente: Elaboración propia bajo el marco MESMIS

En la Cuadro 13, se muestran los once puntos críticos que fueron evaluados para conocer la sostenibilidad del proyecto. En la Cuadro 14, se presenta la asignación de un porcentaje que indica el peso ponderado de cada atributo en la evaluación de sostenibilidad, es decir, que cada atributo tiene un grado de importancia dentro del proyecto. Es necesario tener en cuenta que la influencia de cada criterio en la sostenibilidad puede variar, dependiendo del lugar en donde se desarrolle la medición; de ese modo para el área del Departamento de Escuintla, se estableció un peso dado en porcentaje (%) para cada atributo, (la sumatoria de los pesos de los indicadores debe dar 100%). Este peso es fijo y fue previamente establecido, utilizando como criterio el impacto que cada componente tiene sobre el proyecto y sometido a análisis por parte de los productores y técnicos del área, de este modo el índice se contabilizó objetivamente.

Cuadro 14. Resumen de la ponderación de los atributos en el proyecto

Atributo	Peso del atributo
Adaptabilidad	30%
Estabilidad, Resiliencia	15%
Productividad	30%
Equidad	10%
Autogestión	15%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia

La Cuadro 15 muestra el peso ponderado de cada indicador sobre el atributo que representa. Cada indicador tiene un componente importante dentro del proyecto, que debe ser contabilizado, dependiendo del impacto que tiene sobre la sostenibilidad del mismo, de este modo no puede asignársele una misma ponderación a la asistencia técnica y a las prácticas agrícolas aplicadas que a la rentabilidad del proyecto, puesto que de la asesoría que reciban los productores y la puesta en práctica del mismo depende el ingreso económico que se tenga. Así se trabajó cada uno de los indicadores, asignándole el porcentaje dependiendo del impacto que presentaron y fue sometido a análisis por parte de los productores y técnicos del área, para no perder el carácter objetivo de la medición.

Cuadro 15. Resumen de la ponderación de los indicadores en cada atributo

Atributo	Indicador	Peso del indicador
Adaptabilidad	Nivel de uso del servicio	25%
	Nivel de participación de la comunidad	10%
	Nivel de institucionalización de los procesos en el sector público.	5%
	Nivel de institucionalización de los procesos (operador)	20%
	Nivel de participación de las organizaciones de la sociedad civil	10%
	Nivel de coordinación y cooperación entre actores.	15%
	Nivel de organización comunitaria	10%
	Grupos o redes conformados para el autoapoyo	5%
	Total	100%
Estabilidad Resiliencia	Características del suelo	20%
	Fertilidad del suelo	20%
	Características del cultivo	20%

Estabilidad Resiliencia	Prácticas agrícolas de manejo	20%
	Manejo de desechos en la planta procesadora de biodiesel	10%
	Atribuciones ambientales al cultivo de piñón	10%
	Total	100%
Productividad	Costo de producción de un galón de biodiesel	20%
	Disponibilidad de recurso financiero	15%
	Disponibilidad de los beneficiarios para cubrir costos de los servicios públicos.	5%
	Viabilidad financiera del proyecto	15%
	Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso.	15%
	Rendimiento de aceite y biodiesel	10%
	Capacidad instalada de la extrusora	10%
	Capacidad instalada de la transesterificadora	10%
Total	100%	
Equidad	Tenencia de la tierra	60%
	Estado del proyecto por razones de seguridad	40%
	Total	100%
Autogestión	Grado de dependencia de insumos externos	50%
	Capacidad de gestión	50%
	Total	100%

Fuente: Elaboración propia

Índice de sostenibilidad del atributo específico

Calificación ponderada = Calificación del indicador x peso del indicador en el atributo específico.

Índice de sostenibilidad del atributo específico = \sum Calificaciones ponderadas de los indicadores.

Índice de sostenibilidad total del proyecto

Calificación ponderada = Calificación del atributo x peso del atributo dentro del proyecto.

Índice de sostenibilidad total del proyecto = \sum Calificaciones ponderadas de los atributos.

Escala de calificaciones

De 1 a 10 puntos, en donde 1 es la calificación más baja y 10 la calificación más alta, las calificaciones estuvieron en este rango y se midieron de acuerdo a los indicadores

2.6 RESULTADOS

2.6.1 SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A BASE DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.)

Al evaluar la sostenibilidad de la producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.) se identificaron los siguientes aspectos:

2.6.1.1 Caracterización del sistema

El sistema a caracterizar en la producción de biodiesel a base del aceite de la semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.), previo a ser elaborado en la planta procesadora de biodiesel perteneciente a la Sociedad Anónima Mazat Aguí.

A. Descripción del proyecto:

La producción total de la organización es de 100 quintales de semilla de piñón (*Jatropha curcas* L), mismos que se encuentran sembrados en cercos vivos, con un potencial de producción de 325 galones de aceite al año, equivalente a la misma cantidad de litros de biodiesel al año considerando una relación de conversión de 1:1. Como referencia los precios actuales de diesel oscilan entre los Q.31.00 por galón (3.785 litros), contemplando este dato como base para la comercialización futura del biodiesel. Se plantea que con la ejecución del proyecto (tomando en cuenta que aún se encuentra inactivo) se estará incrementando la calidad y el volumen de producción de este cultivo, y se iniciará la comercialización de los productos derivados de la biomasa del piñón de la Asociación, con una producción proyectada de 100 qq/Ha de piñón al año, con una producción equivalente a 158 galones de biodiesel/Ha, con un ingreso bruto de Q.4,740.00/Ha al comercializar este producto a precios del mercado local en relación al diesel derivado del petróleo.

2.6.1.2 Determinación de puntos críticos e indicadores

Este apartado se encuentra detallado en la fase de la metodología, en donde se describe la matriz de los puntos críticos e indicadores (Cuadro 15) y la ponderación que se le da a cada indicador que mide la sostenibilidad del proyecto.

2.6.1.3 Resultados de la medición de los indicadores

Los resultados se presentan por atributo, es decir, al realizar las evaluaciones de los indicadores se obtuvieron los datos necesarios que dieron como resultado lo siguiente:

A. Atributo: Adaptabilidad

a. Indicador: Nivel de uso del servicio

El área estratégica que se utilizó en este indicador son los actores, es decir las personas que están directamente involucradas en la producción o bien son beneficiadas por ella, el criterio utilizado es la apropiación del proyecto por parte de la comunidad y la calificación obtenida fue de **8**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.2), la cual indica que los beneficiarios han manifestado su interés de acceder al servicio cuando este en marcha.

b. Indicador: Nivel de participación de la comunidad

El área estratégica que se utilizó en este indicador son los actores, es decir las personas que están directamente involucradas en la producción o bien son beneficiadas por ella, el criterio utilizado es la apropiación del proyecto por parte de la comunidad y la calificación obtenida fue de **2**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.3), la cual indica que se ha informado a los beneficiarios la finalidad, alcance y actividades del proyecto (a través de reuniones, asambleas, etc.)

c. Indicador: Nivel de institucionalización de los procesos en el sector público

El área estratégica que se utilizó en este indicador son los actores, es decir las personas que están directamente involucradas en la producción o bien son beneficiadas por ella, el criterio utilizado es la apropiación de los procesos del proyecto por parte de las entidades del sector público (diferentes al operador) y la calificación obtenida fue de **2**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.4), la cual indica que no hay participación de entidades públicas y no se ha establecido contactos con ellas.

d. Indicador: Nivel de institucionalización de los procesos (operador)

El área estratégica que se utilizó en este indicador son los actores, es decir las personas que están directamente involucradas en la producción o bien son beneficiadas por ella, el criterio utilizado es la apropiación de los procesos del proyecto por parte del operador y la calificación obtenida fue de **2**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.5), la cual indica que las actividades / procesos del proyecto no están incluidos dentro de los programas regulares de la entidad operadora.

e. Indicador: Nivel de participación de las organizaciones de la sociedad civil

El área estratégica que se utilizó en este indicador son los actores, es decir las personas que están directamente involucradas en la producción o bien son beneficiadas por ella, el criterio utilizado es la apropiación de los procesos del proyecto por parte de organizaciones de la sociedad civil (diferentes al operador) y la calificación obtenida fue de **4**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.6), la cual indica que se ha informado a organizaciones de la sociedad civil la finalidad, alcance y actividades del proyecto (a través de reuniones, mesas de trabajo, comités de desplazados).

f. Indicador: Nivel de coordinación y cooperación entre actores.

El área estratégica que se utilizó en este indicador son los actores, es decir las personas que están directamente involucradas en la producción o bien son beneficiadas por ella, el criterio utilizado fue la coordinación y cooperación entre los diferentes actores y la calificación obtenida fue de **6**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.7), la cual indica que se ha convocado a los diferentes actores para establecer mecanismos formales de coordinación dentro del marco del proyecto (Ej: comité técnico u operativo del proyecto).

g. Indicador: Nivel de organización comunitaria

El área estratégica que se utilizó en este indicador son las capacidades de las personas involucradas en el proceso, el criterio utilizado fue la creación y/o fortalecimiento de la capacidad de organización comunitaria y la calificación obtenida fue de **4**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.8), la cual indica que el proyecto contempla el desarrollo de actividades para promover la organización comunitaria, de acuerdo con las necesidades del proyecto.

h. Indicador: Grupos o redes conformados para el autoapoyo

El área estratégica que se utilizó en este indicador son las capacidades de las personas involucradas en el proceso, el criterio utilizado fue la creación y/o fortalecimiento de la capacidad de organización comunitaria y la calificación obtenida fue de **2**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.9), la cual indica que no existen redes o grupos de autoapoyo al interior de la comunidad.

Cuadro 16. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Adaptabilidad

Indicador	Calificación otorgada al indicador	Peso del indicador	Calificación ponderada
Nivel de uso del servicio	8	25%	2
Nivel de participación de la comunidad	2	10%	0.2
Nivel de institucionalización de los procesos en el sector público.	2	5%	0.1
Nivel de institucionalización de los procesos (operador)	2	20%	0.4
Nivel de participación de las organizaciones de la sociedad civil	4	10%	0.4
Nivel de coordinación y cooperación entre actores.	6	15%	0.9
Nivel de organización comunitaria	4	10%	0.4
Grupos o redes conformados para el autoapoyo	2	5%	0.1
Índice de sostenibilidad del atributo: Adaptabilidad			4.5

Fuente: Elaboración propia

B. Atributo: Estabilidad, Resiliencia

a. Indicadores: Fertilidad y características del suelo

El suelo es un factor importante en la sostenibilidad de un proyecto agrícola, en este caso, la parte agrícola está enfocada en el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.), que es el que provee de semilla a la planta por lo que las características y fertilidad del suelo, depende el desarrollo del cultivo y la producción de la cosecha, claro esta, que el manejo agronómico es el que al final influye en estos factores pero una vez el suelo este en buenas condiciones pueden obtenerse resultados, aún sin manejo.

Para poder determinar el índice de sostenibilidad de estos indicadores se hizo uso de una boleta (Anexo 1), dicha boleta tiene parámetros característicos que sirvieron para evaluar el sistema suelo. Cada característica evaluada, al final mostró un suelo con condiciones muy adecuadas para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.), con textura y estructura óptima, presencia de materia orgánica, buena profundidad, sin problemas de erosión, con infiltración adecuada y buen desarrollo de raíces. El análisis de cada característica dio como resultado un promedio de **9** en la ponderación de estos indicadores.

b. Indicadores: Características y prácticas de manejo del cultivo

La apariencia que el cultivo presente, depende en gran medida de las prácticas de manejo que se le den en el transcurso de su ciclo reproductivo, de no realizar prácticas adecuadas lo que podría esperarse es la muerte del mismo o bien un mal desarrollo, deformaciones o cosechas mínimas que no proporcionen ingresos para el productor.

Este indicador va de la mano con la asistencia técnica que se les proporciona a los productores, y como ya se trató en ese indicador, no puede esperarse que las personas lleven a la práctica lo que se les enseña si no poseen la responsabilidad propia, primero de adoptar el sistema y segundo de realizar buenas prácticas agrícolas. En la evaluación (Anexo 2) se observó una condición de parcela regular, pero todo influenciado por la falta de manejo que se tiene y esto derivado del desinterés de los productores en la continuación del proyecto. La calificación promedio obtenida fue de **6**.

c. Indicador: Manejo de desechos en la planta procesadora de biodiesel

Uno de los principales problemas que se presentan en el caso del manejo de la torta que se obtiene de la extracción de aceite (Anexo 5), es que por ser toxica, no se le ha encontrado un uso, para evitar que sea un desecho más, se ha investigado que puede servir para abono, combustión o bioinsecticida, pero todavía no se tiene previsto que manejo se le dará. Una de las opciones que se tienen es utilizar un piñón que no es toxico, denominado piñón mexicano, de la cual, la torta sirve como alimento tanto para humanos

como para animales y se establecieron parcelas con este cultivo. Otro problema es el agua que se utiliza para el lavado del biodiesel (Anexo 5), la cual se alcaliniza y no puede reutilizarse al menos que se le baje el pH, pero esto implica un costo, existe como opción el lavado del biodiesel en seco, utilizando otros reactivos que pueden purificarlo. La calificación de este indicador es de **5**, ya que hay alternativas de uso y en su momento se aplicarían, solo que aun deben determinarse las metodologías a seguir para ser implementadas.

d. Indicador: Atribuciones ambientales al cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.)

El cultivo de piñón puede utilizarse para reforestación agrícola, puesto que es una especie de uso potencial en áreas deforestadas, constituyendo una excelente alternativa en suelos marginales, ociosos y agotados, con una vida útil de 30- 50 años. En los trópicos se cultiva ampliamente como cercas vivas, puesto que las hojas, ni los tallos, ni los frutos son consumidos por el ganado. Crece sin necesidad de protección y puede usarse como seto para proteger los cultivos. Ampliamente usada como sombra y ornato en parques y jardines. En México y Guatemala se ha usado durante largo tiempo como planta hospedera de un insecto que produce una laca muy apreciada, que se utiliza como barniz para pulir guitarras y otros artículos de madera (Alfonso Bártoli, 2008).

La captura de carbono en plantaciones de piñón, así como en otros tipos de plantaciones, ocurre únicamente durante el desarrollo de las plantas hasta llegar su estado de madurez. Es en troncos y ramas donde el carbono queda almacenado. La cantidad de carbono (CO₂) que el árbol captura, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la madera del árbol multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono. Entre 40% y 50% de la biomasa de un árbol (madera: materia seca) es carbono. Es necesario conservar los árboles para evitar que el carbono (CO₂) contenido en ellos se emita a la atmósfera (Alfonso Bártoli, 2008).

La calificación para este indicador es de **10**, ya que las bondades que las plantaciones de piñón tienen, ayudan al ambiente.

Cuadro 17. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Estabilidad, resiliencia

Indicador	Calificación otorgada al indicador	Peso del indicador	Calificación ponderada
Características del suelo	9	20%	1.8
Fertilidad del suelo	9	20%	1.8
Características del cultivo	6	20%	1.2
Prácticas agrícolas de manejo	6	20%	1.2
Manejo de desechos en la planta procesadora de biodiesel	5	10%	0.5
Atribuciones ambientales al cultivo de piñón	10	10%	1
Índice de sostenibilidad del atributo: Estabilidad, resiliencia			7.5

Fuente: Elaboración propia

C. Atributo: Productividad

a. Indicador: Costo de producción de un galón de biodiesel

Un galón de biodiesel se obtiene de diferentes insumos que implican un costo, estos fueron contabilizados y se presentan en las Cuadros siguientes: Primero se determinó la cantidad de semilla que se necesita para producir 80 galones de aceite:

$$80 \text{ gal. Aceite puro} \times \frac{3.785 \text{ Lts aceite puro}}{1 \text{ gal. Aceite puro}} \times \frac{0.92 \text{ kg aceite puro}}{1 \text{ Lt de aceite puro}} \times \frac{100 \text{ kg aceite bruto}}{80 \text{ kgs aceite puro}}$$

$$\frac{100 \text{ kg de semilla}}{31 \text{ kg aceite bruto}} \times \frac{2.2 \text{ Lbs de semilla}}{1 \text{ kg de semilla}} = 2,471.24 \text{ Lbs}$$

Según los cálculos realizados se necesitan aproximadamente 2,500 libras de semilla de piñón para obtener 80 galones de aceite puro para utilizar en el proceso de transesterificación del biodiesel, esto tomando en cuenta que se tiene un 31% de aceite en las semillas, de ser menor el porcentaje, se necesitará más semilla para poder realizar el proceso.

Cuadro 18. Costo de obtención de aceite para biodiesel

Aceite				
Insumos	Cantidad	Unidad	Precio por unidad	Total
Semilla	2500	Libras	Q0,50	Q1.250,00
Mano de obra	15	jornales	Q75,00	Q1.125,00
electricidad	15	días	Q15,00	Q225,00
Total				Q2.600,00
Total por galón				Q32,50

Fuente: Elaboración propia

La Cuadro 18 define los insumos necesarios para poder obtener el aceite que se usa en la producción del biodiesel, se detallan los costos y el total que se gasta en este rubro.

Cuadro 19. Costo de la titulación

Titulación	
Insumo	Costo
1 ml de aceite vegetal usado (AVU)	Q0,01
10 ml de alcohol isopropílico	Q0,03
3 gotas de fenolftaleína	Q0,50
Solución de hidróxido de sodio 0.025 M	Q0,01
Total	Q0,55

Fuente: Elaboración propia

La Cuadro 19 muestra los costos del proceso de titulación, el cual consiste en determinar la cantidad de Hidróxido de potasio que se usará en el proceso de la transesterificación.

Cuadro 20. Costo de obtención de un galón de biodiesel

Biodiesel				
Insumo	Cantidad	Unidad	Precio por unidad	Total
Aceite	80	galones	Q32,50	Q2.600,00
Titulación	1	Kit	Q0,55	Q0,55
Hidróxido de potasio	9,35	libras	Q11,64	Q108,83
Metanol	16	galones	Q28,18	Q450,88
Electricidad	1	día	Q15,00	Q15,00
Mano de obra	1	jornal	Q75,00	Q75,00
Total				Q3.250,26
Total por galón				Q40,63

Fuente: Elaboración propia

La Cuadro 20 muestra los insumos y el costo de un galón de biodiesel, el cual asciende a Q.40.63 y es mayor al costo de un galón de diesel normal, que presenta a la fecha un precio de Q31.00, esto da un indicativo negativo, puesto que es mas caro producir biodiesel que el diesel normal, la ponderación que se le proporciona a este indicador es de **0**, porque no se puede comercializar y competir actualmente con el diesel, aunque tenga propiedades ecológicas por el momento, en Guatemala no estamos preparados para comprar con un sentido ambiental.

b. Indicador: Disponibilidad de recurso financiero

El área estratégica que se utilizó en este indicador son las capacidades de las personas involucradas en el proceso, el criterio utilizado fue la viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos y la calificación obtenida fue de **10**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.14), la cual indica que se están realizando consultas previas con potenciales donantes para obtener los recursos financieros necesarios para continuar los procesos, por lo menos por un año más, una vez termina el proyecto, o el proyecto es autosostenible. Esto debido a que cuenta con el apoyo económico del proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y Comercialización -AGTEC-.

c. Indicador: Disponibilidad de los beneficiarios para cubrir los servicios públicos.

El área estratégica que se utilizó en este indicador son las capacidades de las personas involucradas en el proceso, el criterio utilizado fue la viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos y la calificación obtenida fue de **10**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.15), la cual indica que más del 50% de los beneficiarios cuenta con recursos para pagar los servicios públicos.

d. Indicador: Viabilidad financiera del proyecto

El área estratégica que se utilizó en este indicador son las capacidades de las personas involucradas en el proceso, el criterio utilizado fue la viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos y la calificación obtenida fue de **4**, según la

escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.16), la cual indica que el proyecto productivo se ha originado de ideas de los beneficiarios ó de la ONG operadora, con base en estudios financieros, comerciales y/o sociales y ambientales de carácter general.

e. Indicador: Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso.

El área estratégica que se utilizó en este indicador son las capacidades de las personas involucradas en el proceso, el criterio utilizado fue la viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos y la calificación obtenida fue de **10**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 3.17), la cual indica que la organización ha presentado propuestas a diferentes entidades para financiar sus actividades y proyectos y se encuentran en proceso de estudio, o ya cuenta con diversas fuentes de ingreso.

f. Indicador: Rendimiento de aceite y biodiesel

En la extracción de aceite de la semilla de piñón, se obtuvo como valor, bajo las condiciones de Masagua, Escuintla, el 31.65% del peso de la semilla, lo que según la literatura es muy bueno, ya que dependiendo del tipo de semilla el valor a obtener oscila entre 25% a 40%, tomando 33% como un muy buen rendimiento de aceite. En el caso del biodiesel, se da un rendimiento de 100% del aceite transformado en biodiesel, pero hay que afinar ciertos detalles para que la tecnología se pueda replicar en todos los casos. Dados estos rendimientos se da una calificación de **10** puntos, ya que los rendimientos obtenidos en la planta son comparados con los de la literatura y muestran valores óptimos.

g. Indicador: Capacidad instalada de la extrusora

La extrusora procesa 21 libras de semilla de piñón (*Jatropha curcas* L.) en una hora, si se pone a trabajar 8 horas diarias, se procesan 168 libras de semilla, que equivale a 76.36 kilogramos, de la semilla se obtiene un 31% de aceite con lodo y este lodo representa el 20% del aceite, se tiene una densidad de 0.92 gms / cm³, 1 cm³ es el equivalente a 1 mL. Con estos datos se realizaron los siguientes cálculos estequiométricos:

$$76.36 \text{ Kg semilla} \times \frac{31 \text{ Kg aceite bruto}}{100 \text{ Kg semilla}} \times \frac{80 \text{ Kg aceite puro}}{100 \text{ Kg aceite bruto}} \times \frac{1 \text{ litro}}{0.92 \text{ Kg aceite puro}}$$

$$= 20.58 \text{ litros de aceite} \times \frac{1 \text{ galón}}{3.785 \text{ Litros}} = 5.44 \text{ galones de aceite puro por día}$$

$$80 \text{ galones} \times \frac{1 \text{ día}}{5.44 \text{ galones}} = 14.7 \text{ días. Aproximadamente 15 días de proceso}$$

Si necesitamos 80 galones de aceite puro, para poder poner a funcionar al 100% la transesterificadora, esto significa que necesitamos poner a trabajar aproximadamente 15 días la extrusora para obtener la cantidad deseada, es decir que solo el 6.8% tiene de capacidad la extrusora para suplir la necesidad de la transesterificadora, por lo que en la calificación proporcionada a este indicador es de **0.68**.

h. Indicador: Capacidad instalada de la transesterificadora

La capacidad de la extrusora limita la capacidad de la transesterificadora y por las condiciones actuales en las que la planta se encuentra, recomendar comprar otra extrusora para por lo menos reducir a la mitad el tiempo, resulta imposible, puesto que los recursos que el proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y Comercialización (AGTEC) le proporciona no cubren este rubro, por lo que debe de trabajarse bajo los lineamientos que se tienen ya preestablecidos.

Se necesitan 15 días para obtener 80 galones de aceite, es decir, que en un mes se obtendrían 160 galones de aceite, si se obtiene semilla de buena calidad que proporcione un 30% de aceite, de lo contrario, se necesitarían más días. Para producir biodiesel se necesitan 19 horas de proceso, según las actividades a desarrollar, que están descritas en la Cuadro 21.

Cuadro 21. Tiempo total para producir biodiesel en la transesterificadora

Actividad	Tiempo (Horas)
Titulación	0.25
Llenado del tonel para enviar el aceite al reactor principal	0.5
Calentamiento del aceite	1
Bombeo del metanol al reactor secundario y mezcla con Hidróxido de potasio para formar el metóxido a utilizar en el proceso.	0.75
Mezcla del metóxido con el aceite	2
Reposo de la mezcla	10
Drenado de la glicerina	0.5
Lavado del biodiesel	1
Calentamiento del biodiesel	0.5
Enfriamiento del biodiesel	2.5
TOTAL	19

Fuente: Elaboración propia

De las 18 horas de proceso, 10 horas son de reposo, por lo que se podría dejar toda la noche para que se realice este evento. Sin embargo, 4 horas y media se utilizan previo al reposo y después del reposo, por lo que se contabilizan 2 días de proceso, pero en los costos se contabiliza un 1 día laboral.

Lamentablemente aunque la transesterificadora pueda funcionar en un 100%, se ve limitada grandemente por la extrusora, que es la que proporciona el aceite a utilizar para el proceso de obtención de biodiesel, por lo que este indicador obtiene la misma ponderación de **0.68**, por subutilizarse. Una opción es que puedan obtener aceite reciclado y poder compensar el uso de la transesterificadora mientras se obtiene la cantidad de aceite deseada, el problema es la calidad de aceite que se obtiene por esta región, que en muchos casos esta muy contaminado y requiere de mucho reactivo para realizar el proceso.

Cuadro 22. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Productividad

Indicador	Calificación otorgada al indicador	Peso del indicador	Calificación ponderada
Costo de producción de un galón de biodiesel	0	20%	0
Disponibilidad de recurso financiero	10	15%	1.5
Disponibilidad de los beneficiarios para cubrir costos de los servicios públicos.	10	5%	0.5
Viabilidad financiera del proyecto	4	15%	0.6
Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso.	10	15%	1.5
Rendimiento de aceite y biodiesel	10	10%	1
Capacidad instalada de la extrusora	0.68	10%	0.068
Capacidad instalada de la transesterificadora	0.68	10%	0.068
Índice de sostenibilidad del atributo: Productividad			5.24

Fuente: Elaboración propia

D. Atributo: Equidad

a. Indicador: Tenencia de la tierra

La tierra es un factor fundamental para la implementación de nuevos proyectos, en el caso de los socios de la Sociedad Anónima Mazat Aguí, el 100% de los productores asociados es dueño de los terrenos en donde se piensa cultivar el piñón (*Jatropha curcas* L.).

Dentro de la escala, la puntuación que le corresponde a este indicador es de **10**, ya que la tenencia de la tierra no afecta directamente en la producción del cultivo, en este caso no existen grupo que tengan significativamente más terrenos que otros.

b. Indicador: Estado del proyecto por razones de seguridad

El área estratégica que se utilizó en este indicador es el entorno en el que se encuentra el proyecto, el criterio utilizado fue que el proyecto puede continuar desarrollándose, ya que no se presentan problemas de orden público o la situación de orden público, aunque no es la óptima, permite la ejecución y la calificación obtenida fue de **8**, según la escala de la boleta que describe esta ponderación (Anexo 2.10.3.1), la cual indica que el proyecto está en marcha a pesar de la difícil situación de orden público.

Cuadro 23. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Equidad

Indicador	Calificación otorgada al indicador	Peso del indicador	Calificación ponderada
Tenencia de la tierra	10	60%	6
Estado del proyecto por razones de seguridad	8	40%	3.2
Índice de sostenibilidad del atributo: Equidad			9.2

Fuente: Elaboración propia

E. Atributo: Autogestión

a. Indicador: Grado de dependencia de insumos externos

Los productores poseen un grado de dependencia muy alto en lo referente a la obtención de insumos para la producción y manejo del sistema de cultivo, y la producción de biodiesel (Anexo 4), siendo esto una de las principales amenazas que tienen, ya que al no poder ofrecerles los productos las entidades no gubernamentales que se las proporcionan, los productores colapsan y no continúan con el proyecto implementado.

Por esta razón la ponderación que se le dio a este indicador fue de **4** ya que los productores si bien dependen de los insumos proporcionados, si brindan la mano de obra para poder llevar los procesos.

b. Indicador: Capacidad de gestión

Este indicador esta relacionado con el indicador anterior, debido a que posee un grado muy alto de dependencia con las instituciones financieras, no solo los productores padecen los problemas de la falta de apoyo, sino también la Sociedad, que ya no puede ejercer si no es con el apoyo de esta institución.

La capacidad de gestión de sus propios recursos se ve limitada, a pesar de ser personas profesionales, pero buscan que se les proporcione todo y no dan mayor aporte más que la mano de obra para sus procesos, por lo que la calificación proporcionada es de **2**.

Cuadro 24. Cálculo del índice de sostenibilidad del atributo: Autogestión

Indicador	Calificación otorgada al indicador	Peso del indicador	Calificación ponderada
Grado de dependencia de insumos externos	4	50%	2
Capacidad de gestión	2	50%	1
Índice de sostenibilidad del atributo: Autogestión			3

Fuente: Elaboración propia

F. Índice de sostenibilidad total del proyecto

Para determinar el índice total del proyecto, se tomaron los índices de sostenibilidad obtenidos por cada atributo, mediante la medición de los indicadores propuestos, estos índices representan la evaluación objetiva del proyecto y se resumen en la Cuadro 26, obteniendo de esta forma el índice de sostenibilidad total del proyecto.

Cuadro 25. Cálculo del índice de sostenibilidad total del proyecto

Atributo	Índice de sostenibilidad	Peso del indicador	Calificación ponderada
Adaptabilidad	4.5	30%	1.35
Estabilidad, Resiliencia	7.5	15%	1.125
Productividad	5.24	30%	1.572
Equidad	9.2	10%	0.92
Autogestión	3	15%	0.45
Índice de sostenibilidad total del proyecto			5.42

Fuente: Elaboración propia

2.6.3.4 Integración de los resultados

Para la realización del análisis del índice de sostenibilidad total del proyecto, fue necesario conocer la escala que sirvió para determinar si el índice obtenido es bajo, medio o alto, para ello se utilizó la Cuadro 26 que muestra un cuadro comparativo del nivel de sostenibilidad de proyectos productivos, este se obtuvo del libro: Metodología para la medición de sostenibilidad de proyectos de atención a población desplazada en la etapa de reinserción social del Programa de asistencia de post-emergencia a poblaciones desplazadas internas, comunidades receptoras y otras poblaciones vulnerables, editado en Colombia en el año 2004. En la página 54 aparece este cuadro con escalas de 1 a 5, pero para fines prácticos se extrapolaron los datos a una escala de 1 a 10 y para el caso de Guatemala, se adaptó a las condiciones de nuestro país, al variar la escala.

Cuadro 26. Cuadro comparativo del nivel de sostenibilidad

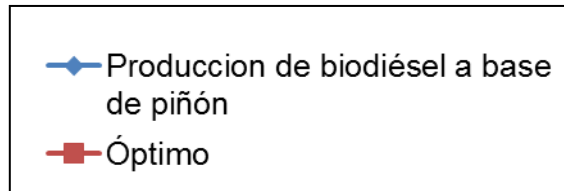
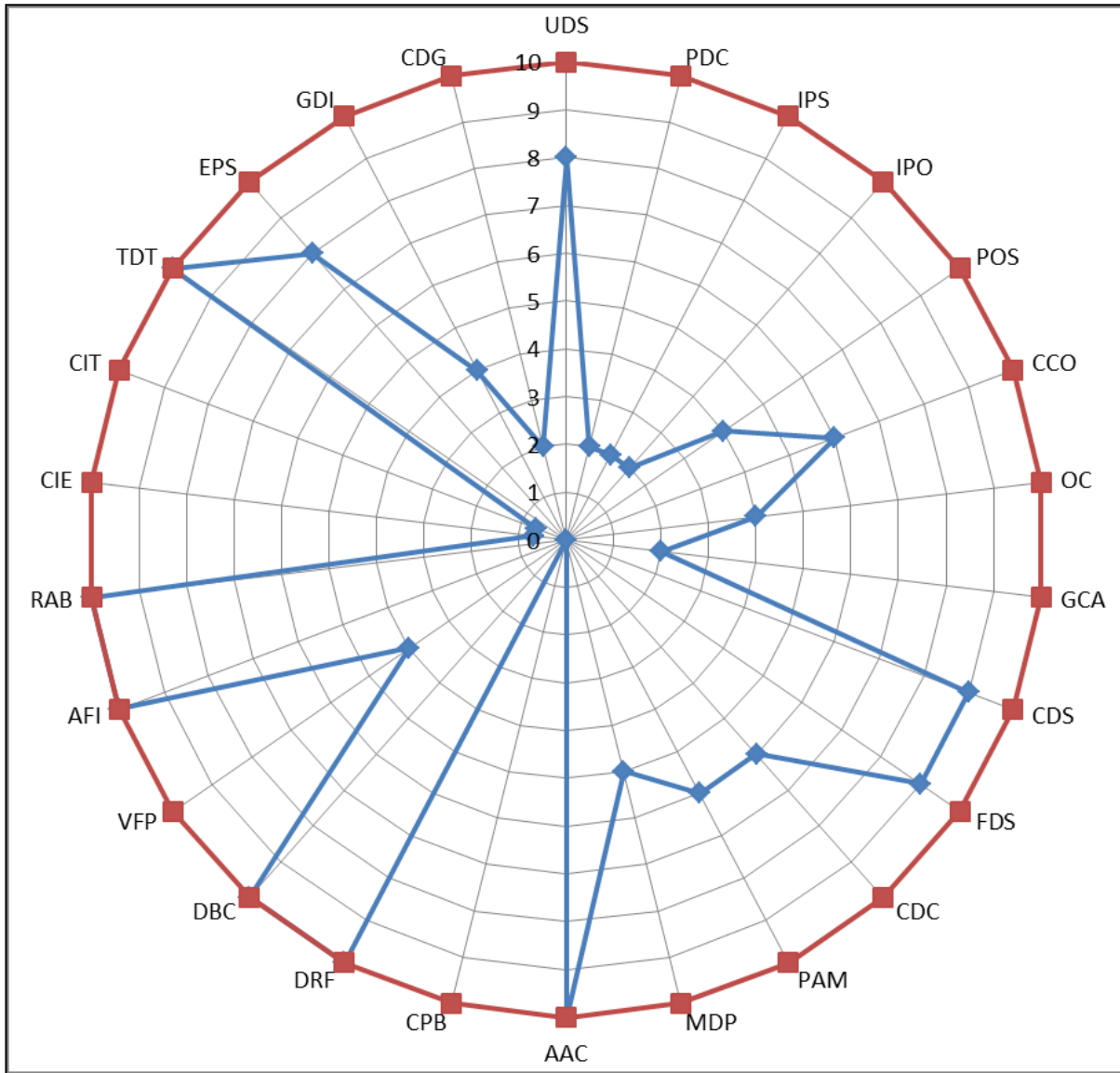
Índice de sostenibilidad	Nivel de sostenibilidad
1.00 – 3.99	Bajo
4.00 – 7.99	Medio
8.00 – 10.00	Alto

Fuente: (OIM, 2004)

El índice de sostenibilidad total del proyecto, obtenido en la medición de los indicadores de cada atributo fue de 5.42, lo que según la Cuadro 26 nos da un nivel de sostenibilidad medio. Los atributos medidos: Estabilidad, resiliencia (estos atributos se midieron juntos y un solo índice los representa), adaptabilidad y productividad, también obtuvieron un nivel de sostenibilidad medio (7.5, 4.5 y 5.24 respectivamente), el atributo autogestión, alcanzó un nivel de sostenibilidad bajo (3), y el atributo equidad tuvo un nivel de sostenibilidad alto (9.2).

Al analizar cada índice obtenido por atributo, nos indica que es posible fortalecer ciertas áreas para poder mejorar la sostenibilidad del proyecto, pero principalmente debe de concientizarse a los productores de la importancia de la utilización de biodiesel por las propiedades ambientales que tiene. El principal factor que lleva a la insostenibilidad al proyecto es el costo de producción de un galón de biodiesel, el cual es mayor que el diesel normal tomando en cuenta que bajo este esquema, su comercialización se ve afectada por la competencia presente y por la costumbre de uso que se tiene del producto derivado de petróleo, otros factores con menor ponderación fueron la capacidad instalada de la extrusora y la transesterificadora creando el problema de que se esta subutilizando la maquinaria y desaprovechando la capacidad de producción que la planta puede llegar a tener. Los indicadores con ponderaciones mayores fueron la disponibilidad de recurso financiero que tienen, puesto que, actualmente el recurso económico es proporcionado por el proyecto AGTEC, que es la entidad que se encarga de financiar la reactivación y de promover la continuación del proyecto. Como grupo se cuenta con la ventaja de que los terrenos en el que se cultivaron las parcelas demostrativas son propios y cuentan con suelos óptimos para el mismo. Sin embargo, la falta de compromiso de los socios para con el proyecto es un problema latente para la sostenibilidad, ya que, no adoptan el sistema como propio, sino que dependen de lo que se les proporcione y no buscan sus propios recursos para continuar, siendo curiosa esta forma de pensar, cuando los socios son personas (en su mayoría), con estudios avanzados, dándoles un carácter de innovadores pero no de emprendedores.

Figura 8. Gráfica de integración de los resultados de los indicadores (amiba)



Fuente: Elaboración propia bajo el esquema del marco MESMIS

Cuadro 27. Codificación de los indicadores presentados en la gráfica

Código	Indicador
UDS	Uso del servicio
PDC	Participación de la comunidad
IPS	Institucionalización de los procesos en el sector público.
IPO	Institucionalización de los procesos (operador)
POS	Participación de las organizaciones de la sociedad civil
CCO	Coordinación y cooperación entre actores.
OC	Organización comunitaria
GCA	Grupos o redes conformados para el autoapoyo
CDS	Características del suelo
FDS	Fertilidad del suelo
CDC	Características del cultivo
PAM	Prácticas agrícolas de manejo
MDP	Manejo de desechos en la planta
AAC	Atribuciones ambientales al cultivo
CPB	Costo de producción de un galón de biodiesel
DRF	Disponibilidad de recurso financiero
DBC	Disponibilidad de los beneficiarios para cubrir costos de los servicios públicos.
VFP	Viabilidad financiera del proyecto
AFI	Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso.
RAB	Rendimiento de aceite y biodiesel
CIE	Capacidad instalada de la extrusora
CIT	Capacidad instalada de la transesterificadora
TDT	Tenencia de la tierra
EPS	Estado del proyecto por razones de seguridad
GDI	Grado de dependencia de insumos externos
CDG	Capacidad de gestión

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica de integración de los resultados de los indicadores puede observarse de manera más detallada el impacto que cada indicador tiene sobre la sostenibilidad del proyecto evaluado. En esta gráfica se muestran las ponderaciones óptimas y las ponderaciones obtenidas en el proceso de evaluación. Al analizar la gráfica puede observarse que existen indicadores que son muy alentadores para la continuación del proyecto, pero existen otros indicadores que muestran el grado de insostenibilidad que el proyecto mismo puede tener si no se atacan de raíz estos problemas, que principalmente son de índole social y girando en torno al escaso interés que tienen los productores en la continuación del proyecto si no cuentan con el apoyo o la asesoría del proyecto AGTEC, o de otros proyectos que los apoyen.

2.7 CONCLUSIONES

- El índice de sostenibilidad total del proyecto, obtenido en la medición de los indicadores de cada atributo, fue de 5.42, lo que según la Cuadro comparativa del nivel de sostenibilidad, proporciona un nivel medio. Los atributos medidos: Estabilidad, resiliencia (estos atributos se midieron juntos y un solo índice los representa), adaptabilidad y productividad, también obtuvieron un nivel de sostenibilidad medio (7.5, 4.5 y 5.24 respectivamente), el atributo autogestión, alcanzó un nivel de sostenibilidad bajo (3) y el atributo equidad tuvo un nivel de sostenibilidad alto (9.2).
- La producción potencial de la organización es de 400 quintales de semilla de piñón (*Jatropha curcas* L), mismos que se encuentran sembrados en cercos vivos, con un potencial de producción de 1,300 galones de aceite al año, equivalente a la misma cantidad de litros de biodiesel al año considerando una relación de conversión de 1:1.
- Se determinaron 11 puntos críticos, siendo estos: Eficiente manejo de los recursos disponibles, calidad del suelo, salud del cultivo, mal manejo de desechos, mal aprovechamiento del cultivo, alto costo, baja rentabilidad, baja productividad, acceso a la tierra, seguridad pública y alta dependencia de insumos externos. Estos puntos dieron sirvieron de base para la elaboración de los indicadores medidos.
- Se definieron 16 criterios de diagnóstico derivados en 26 indicadores que sirvieron para medir la sostenibilidad del proyecto, estos distribuidos en cada uno de los 5 atributos que fueron medidos de manera objetiva mediante boletas, entrevistas, revisiones bibliográficas y visitas de campo que poseían una ponderación específica y que abarcan temas del área social, técnica, ambiental y económica.
- Se determinó que el principal factor que lleva a la insostenibilidad al proyecto es el costo de producción de un galón de biodiesel, el cual es mayor que el diesel normal por lo que su comercialización se ve afectada por la competencia y por la costumbre de uso que se tiene del producto derivado de petróleo, otros factores que son los que menor ponderación tuvieron, fueron la capacidad instalada de la extrusora y la transesterificadora creando el problema de que se esta subutilizando la maquinaria.

2.8 RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta que la producción de biodiesel se encuentra en un punto medio de sostenibilidad y que por el momento no se puede competir a nivel de precios con el diesel derivado del petróleo, se recomienda implementar el proyecto “Producción y aprovechamiento de los productos derivados de la biomasa del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.)”, para generar ingresos económicos para las y los asociados de Mazat Aguí mediante el uso y comercialización a pequeña escala de los productos y co-productos derivados de esta actividad, así como la transferencia de diversas tecnologías utilizadas para el aprovechamiento de la biomasa de este cultivo. Para desarrollar el proyecto planteado y hacer sostenible la producción de biodiesel se debe contemplar el aprovechamiento de la biomasa del cultivo mediante tecnología apropiada para:

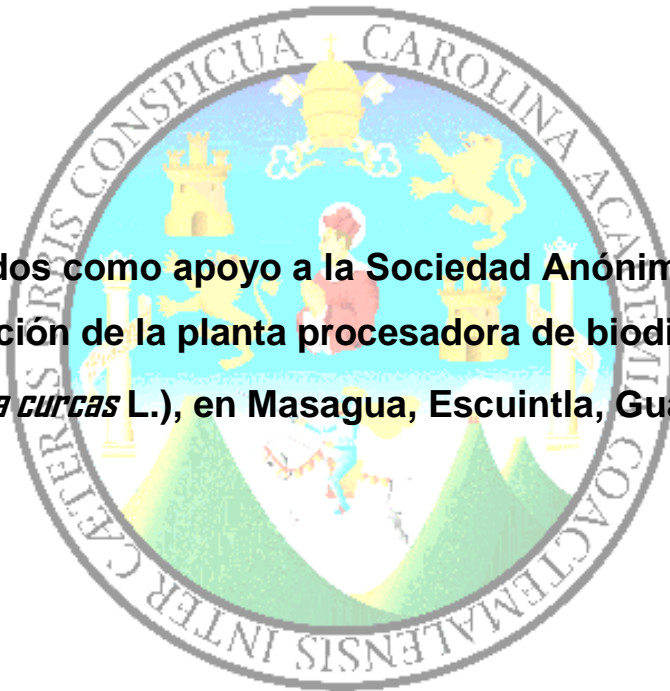
- a. La compra o cosecha del fruto de acuerdo a una clasificación comercial en función de su maduración.
- b. La separación de la semilla y la cáscara del fruto para optimizar la producción y aprovechar el 100% de la biomasa del piñón por medio del beneficiado.
- c. La generación de gas metano mediante el uso de un biodigestor para utilizar el gas metano generado a partir de la biomasa del piñón en el proceso de extracción de etanol.
- d. La elaboración de abonos orgánicos a partir de los desechos de la biomasa del cultivo.
- e. La extracción de aceites como insumo para la elaboración de biodiesel y productos industriales.
- f. La separación de la glicerina obtenida a partir del proceso de producción de biodiesel.
- g. El tratamiento básico de las aguas residuales resultantes de los procesos antes mencionados.
- h. La evaluación de la torta obtenida a partir del proceso de extracción de aceite para la alimentación de animales, para la generación de calor por medio de la combustión de la biomasa en sustitución o complemento de la leña obtenida del mismo cultivo; para elaboración de bio-insecticidas granulados; y como insumo para la elaboración de abono orgánico.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Alfonso Bártoli, JA. 2008. Manual para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L) en Honduras. Honduras, Editorial la lima cortús. 35 p.
2. Astier, M; López-Ridaura, S; Masera, O. 2001. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS. Boletín de Ilea no. 4:25-27.
3. CCE (Comisión de las Comunidades Europeas, BE). 1994. Crecimiento económico y medio ambiente: implicaciones para la política económica, COM (94) 465 final. Bruselas. 51 p
4. Cruz, LA. 2008. Biodiesel (en línea). España. Consultado 20 oct 2010. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Biodi%C3%A9sel>
5. Duran Romero, G. 1999. Medir la sostenibilidad: indicadores económicos, ecológicos y sociales. Madrid, España, Editorial libros populares Albacete. 19 p.
6. Fukao, T. 2004. What are the key factors for the rural telecentre's sustainability? a case study of a rural town in Mongolia. Tesis MSc. London, England, London School of Economics. 72 p.
7. Municipalidad de Masagua, Escuintla, GT. 2010. Información del municipio de Masagua, Escuintla (en línea). Guatemala. Consultado 9 mayo 2011. Disponible en: http://www.inforpressca.com/masagua/medio_ambiente.php#
8. OIM (Organización Integral para las Migraciones, CO). 2004. Metodología para la medición de sostenibilidad de proyectos de atención a población desplazada en la etapa de reinserción social: programa de asistencia de post-emergencia a poblaciones desplazadas internas, comunidades receptoras y otras poblaciones vulnerables. Colombia. 97 p.
9. Primer Encuentro sobre Conflictividad Agraria en la Costa Sur. 2011. La costa sur existe y propone soluciones a la conflictividad agraria y ambiental (en línea). Guatemala. Consultado 5 mar 2011. Disponible en: http://www.defensaterritorios.org/index.php?option=com_content&view=article&id=6677:la-costa-sur-existe-y-propone-soluciones-a-la-conflictividad-agraria-y-ambiental&catid=382:guatemala&Itemid=267
10. RALLT (Red por una América Latina Libre de Transgénicos, GT). 2008. Agrocombustibles en Guatemala (en línea). Guatemala, Guatemala. Consultado 6 abr 2011. Disponible en: <http://www.ecoportal.net/content/view/full/81637/>
11. UNCED (United Nations Conference on Environment and Development, BR). 1992. Río 92, programa 21. Madrid, España, Ministerio de Obras Públicas y Transporte. 92 p.

CAPÍTULO III

Servicios realizados como apoyo a la Sociedad Anónima “Mazat Aguí”, para la reactivación de la planta procesadora de biodiesel a base de piñón (*Jatropha curcas* L.), en Masagua, Escuintla, Guatemala, C.A.



3.1 PRESENTACIÓN

El instituto Norman Borlaug para Agricultura Internacional del Sistema Universitario de Texas A&M, mediante el proyecto Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y Comercialización -AGTEC- financiado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA- según sus siglas en inglés, le dio seguimiento a la planta procesadora de Biodiesel ubicada en la aldea Llanitos, Masagua, Escuintla, la cual fue proporcionada como donación a la Sociedad Anónima Biodiesel Mazar Aguí, cuyos socios se beneficiarían con el producto obtenido y de esta forma promover el desarrollo de las comunidades asociadas al proyecto. Dentro de este proyecto y como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), que se realizó por parte de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se ejecutaron varios servicios como apoyo al trabajo de la Sociedad Anónima “Biodiesel Mazat Aguí”, para la reactivación de la planta procesadora

En el presente informe se detallan los servicios que se realizaron, los cuales fueron divididos en cuatro principales temas: 1) Establecimiento y manejo del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.), en este servicio se determinó el manejo e insumos para la implementación de una parcela demostrativa y se capacitó a los socios sobre la implementación de parcelas de piñón; 2) Capacitación sobre la utilización de la maquinaria para la producción de biodiesel, en esta parte se demostró que la extrusora y la transesterificadora funcionan y se explicó cómo era su uso; 3) Capacitación sobre la utilización de la maquinaria para la producción de biodiesel, en este servicio se realizaron las pruebas de rendimiento de aceite y la obtención de biodiesel; 4) Reuniones de trabajo con el proyectos de piñón financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología - SENACYT- en donde se definieron las formas de apoyo entre ambos proyectos.

3.2 OBJETIVO GENERAL

Apoyar las diferentes actividades de la Sociedad Anónima “Biodiesel Mazat Aguí”, para la reactivación de la planta procesadora de biodiesel a base de piñón (*Jatropha curcas* L), como parte del trabajo realizado en el marco del proyecto “Agricultura en Guatemala: Tecnología, Educación y Comercialización -AGTEC-”, impulsado por el instituto Norman Borlaug para Agricultura Internacional del Sistema Universitario de Texas A&M y financiado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA-

3.3 RESULTADOS DE LOS SERVICIOS

3.3.1 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L).

3.3.1.1 Objetivo específico

Asistir técnicamente a los beneficiarios, en el establecimiento y manejo del cultivo de piñón.

3.3.1.2 Metodología

Para desarrollar este servicio se procedió de la siguiente manera:

- a) Desarrollo de un taller de capacitación: Se expuso de forma verbal y usando el material didáctico adecuado, los siguientes temas: Condiciones a tomar en cuenta para el establecimiento de piñón, manejo de podas, plagas y enfermedades del piñón, control fitosanitario y plan de fertilización.
- b) Implementación y Asistencia técnica: Por cada punto desarrollado en la teoría se llevó a cabo una práctica relacionada con el tema, las cuales se impartieron por la tarde después de las jornadas laborales, las prácticas se llevaron a cabo por grupos, luego se realizaron visitas al lugar de trabajo para orientar de mejor manera el proceso.

3.3.1.3 Resultados

A. Determinación del manejo e insumos para la implementación de una parcela demostrativa de piñón (*Jatropha curcas* L.)

Las parcelas en esta región se trabajan por tareas y una tarea posee una extensión de 1/6 de manzana, es decir 1,167 m², para facilidades de cálculo se trabajó una parcela demostrativa de una tarea y para hacerlo de mayor área, solo se multiplicó la cantidad de cuerdas que se tengas en la parcela para saber que manejo hay que darle y cual será el costo de implementarlo. El manejo incluye: Ubicación de la parcela, tamaño de la parcela, preparación del terreno, semillero, época de siembra, siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades, control de malezas y podas (Ver anexo 7).

Cuadro 28. Costos para el establecimiento de una parcela de piñón (*Jatropha curcas* L.)

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Pilones de piñón	150	pilones	Q.3.50	Q.525.00
Fertilizante triple 18 (18-18-18)	33	libra	Q.1.50	Q.49.50
Sistema de riego	1	Sistema	Q.2,500.00	Q.2,500.00
Metamidophos (Control de plagas, cuando se haga necesario)	0.25	litro	Q.80.00	Q.20.00
Mefenomax (Control de enfermedades cuando se haga necesario)	0.25	litro	Q.80.00	Q.20.00
Carbendazim (para evitar el aborto de flores)	0.25	litro	Q.75.00	Q.18.75
Limpia del terreno y agujereado para el trasplante	1	tarea	Q.75.00	Q.75.00
Trasplante del pilón al campo definitivo.	1	tarea	Q.50.00	Q.50.00
Fertilización al momento del trasplante y dos meses después.	2	tarea	Q.40.00	Q.80.00
Control de malezas	1	tarea	Q.75.00	Q.75.00
Control de plagas y enfermedades	1	tarea	Q.40.00	Q.40.00
Poda	1	tarea	Q.75.00	Q.75.00
SUB TOTAL				Q.3,528.25*
10% de imprevistos				Q.352.825
TOTAL				Q.3,881.07*

*Costos hasta agosto de 2011

Fuente: Elaboración propia

La Cuadro 28, calcula el costo total del establecimiento de una parcela de piñón que tenga una cuerda, si se desea una mayor área, tendría que multiplicarse cada componente con el total de cuerdas que tenga la parcela a trabajar.

En el caso de las tareas, estas varían, porque depende de la actividad que se le solicite al trabajador.

B. Capacitación sobre implementación de parcelas de piñón (*Jatropha curcas* L.)

Se capacitó a los socios en el tema del cultivo de piñón, se les proporcionó pilones de piñón Cabo Verde y piñón Mexicano no tóxico, para que sembraran en su parcela o en sus cercos y se brindó la asesoría en la implementación a nivel de campo.

Figura 9. Capacitación sobre implementación de parcelas



Fuente: Fotos del autor

Figura 10. Implementación de parcelas demostrativas



Fuente: Fotos del autor

3.3.1.4 Evaluación

Se cumplieron los objetivos planteados, porque se determinó el costo de establecimiento de una parcela de piñón (*Jatropha curcas* L.), se impartió la capacitación sobre el cultivo y se implementaron 6 kilómetros de cerco de piñón y tres jardines clonales: uno de piñón criollo, uno de piñón Mexicano y uno de piñón Cabo Verde.

3.3.2 CAPACITACIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

3.3.2.1 Objetivo específico

Apoyar a la Sociedad Anónima “Biodiesel Mazat Aguí”, mediante la capacitación sobre el uso de la maquinaria que poseen.

3.3.2.2 Metodología

Para la realización de los talleres se abordaron temas teóricos sobre: Seguridad industrial, almacenamiento de la semilla, uso de la extrusora para la extracción del aceite, almacenamiento del aceite, repaso de la torta, uso de la transesterificadora para la producción del biodiesel, uso y manipulación de reactivos

Cada punto desarrollado en la teoría se llevó a cabo en una práctica relacionada con el tema, la cual se impartió por la tarde después de las jornadas laborales, las prácticas se llevaron a cabo por grupos, luego se realizaron visitas al lugar de trabajo para orientar de mejor manera el proceso.

3.3.2.3 Resultados

Se realizó la capacitación con los temas previstos y se generó interés en el proyecto, puesto que, se demostró que la maquinaria que poseen está en buen estado y si se maneja de la mejor manera puede obtenerse biodiesel que es el producto deseado. El problema que se tiene es que el biodiesel obtenido no puede competir en precios con el diesel normal y eso hace que actualmente no sea rentable producirlo, esto se les explico a los socios y están interesados en aprender, puesto que, en un futuro será la mejor alternativa de combustible renovable que se pueda tener y entre mejor se aprovechen los recursos que se tienen, entonces se encontrará la rentabilidad del proyecto.

3.3.2.4 Evaluación

Se alcanzó el objetivo planteado porque se demostró que la maquinaria está en buen estado y puede ponerse a funcionar, algunos socios se sintieron motivados y otros no, porque se les explico que el costo era muy alto y no podía competir, por el momento, con el diesel.

Figura 11. Demostración sobre el uso de la transesterificadora



Fuente: Fotos del autor

Figura 12. Demostración del uso de la extrusora



Fuente: Fotos del autor

3.3.3 ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL, PARA LA REACTIVACIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA

3.4.3.1 Objetivo específico

Reactivar la planta procesadora de biodiesel de modo que los asociados se beneficien con el producto obtenido.

3.3.3.2 Metodología

Para poder reactivar la planta procesadora se hizo necesario realizar las siguientes actividades: Pruebas del uso de la extrusora para extraer aceite, acá se determino el rendimiento de la semilla de piñón y la capacidad instalada de la máquina. Pruebas de producción de biodiesel, en esta parte se utilizaron los reactivos necesarios y se procedió a elaborar biodiesel pero de una manera artesanal, de modo que se pudiera replicar a nivel semiindustrial con la maquinaria que se tiene.

3.3.3.3 Resultados

A. Uso de la extrusora, pruebas de rendimiento de aceite y de capacidad montada de la máquina

- Rendimiento aproximado del piñón: 90 mL de aceite/libra (esto representa el 31% del peso de la semilla). El aceite contiene residuos de pasta. Se procesan aproximadamente 21 libras de semilla de piñón en 1 hora.

Figura 13. Obtención de aceite y torta de piñón



Fuente: Fotos del autor

B. Obtención de biodiesel

Para el proceso de obtención de biodiesel, se realizaron las pruebas de laboratorio, en donde se tituló y se mezclaron los reactivos necesarios para obtener biodiesel, este se sometió a un lavado y a una prueba para poder determinar su calidad. En el proceso se pudo identificar que el aceite de piñón es muy ácido, por lo que requiere de mucho reactivo para subir su pH y los reactivos a utilizar deben ser de buena calidad.

Figura 14. Proceso de obtención de biodiesel



Fuente: Fotos del autor

3.3.3.4 Evaluación

Este objetivo se alcanzó parcialmente, debido a que la planta aún no se ha reactivado, porque todavía se está en la fase de investigación de los procesos.

3.3.4 REUNIONES DE TRABAJO CON EL PROYECTO DE PIÑÓN FINANCIADO POR LA SECRETARIA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA -SENACYT-

3.3.4.1 Objetivo específico

Consolidar una alianza para apoyo mutuo en actividades relacionadas al cultivo de piñón.

3.3.4.2 Metodología

Se tuvieron reuniones con miembros del proyecto “Evaluación de la respuesta agronómica del piñón (*Jatropha curcas* L.) como cultivo asociado en condiciones de suelos marginales y su contribución a la recuperación de suelo y al mejoramiento del ambiente en Camotán, Chiquimula” financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y se realizaron visitas de campo a Camotán en Chiquimula y a la planta procesadora en Masagua, Escuintla.

3.3.4.3 Resultados

- Plática sobre pruebas para darle un uso alternativo a la pasta obtenida después de la extracción de aceite: Se determinó trabajar la semilla de piñón que no es tóxica, ya que las pruebas mundiales indican que la pasta que es tóxica, da un 100% de mortandad en la alimentación para animales.
- Se logró la donación de aproximadamente 85 pilones de piñón cabo verde, para la implementación de una parcela demostrativa.
- Se obtuvo la donación de 10 libras de semilla de piñón Cabo Verde para la elaboración de pilones
- Se visitó los cultivos establecidos en tierras marginales de Camotan, Chiquimula.
- Se tuvo el apoyo técnico para la propagación de parcelas de piñón
- Proporcionaron la semilla para la extracción de aceite y obtención de la pasta.

Figura 15. Visita a Camotán, Chiquimula, Guatemala



Fuente: Fotos del autor

En la visita a Camotán, Chiquimula (ver figura 15), pudo observarse que el piñón lo tienen cultivado en pendientes bastante pronunciadas y también poseen asociados con piña, en estas condiciones el piñón crece, pero su rendimiento es mucho menor, aunque la calidad de aceite que se obtiene es muy buena. En la visita a Masagua (ver figura 16), se les enseñó la planta y se les explicó el uso de la extrusora y de la transesterificadora.

Figura 16. Visita a Masagua, Escuintla, Guatemala



Fuente: Fotos del autor

3.3.4.4 Evaluación

Se alcanzó el objetivo planteado, logrando entre ambos proyectos la transferencia de información y el apoyo en diversas actividades comunes, como la donación de pilones y semilla para la propagación del cultivo.

3.4 CONCLUSIONES

- El manejo del cultivo de piñón incluye: Ubicación de la parcela, tamaño de la parcela, preparación del terreno, semillero, época de siembra, siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades, control de malezas y podas.
- El costo para establecer una parcela de piñón, la cual posee una extensión de 1/6 de manzana, es decir 1,167 m² es de Q.3,881.07, incluyendo todos los insumos para su implementación.
- El biodiesel obtenido no puede competir en precios con el diesel normal y eso hace que actualmente no sea rentable producirlo, esto se les explico a los socios y están interesados en aprender, puesto que, en un futuro será la mejor alternativa de combustible renovable que se pueda tener y entre mejor se aprovechen los recursos que se tienen, entonces se encontrará la rentabilidad del proyecto.
- El rendimiento aproximado del piñón es de 31% del peso total de la semilla, el aceite obtenido contiene residuos de pasta. La extrusora procesa aproximadamente 21 libras de semilla de piñón en 1 hora, siendo esta su capacidad instalada mínima, pudiendo mejorar si se obtiene semilla de mejor calidad.

ANEXOS

ANEXO 1 BOLETA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL SUELO

1. Estructura y textura

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Suelo aterronado, pegajoso, forma barro	
5	Suelo suelto con pocos gránulos, amasable	
10	Suelo granular, liviano	

2. Compactación e Infiltración

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Compacto, se anega	
5	Presencia de capa compacta delgada, agua infiltra lentamente	
10	Suelo no compacto, agua infiltra fácilmente	

3. Profundidad del suelo

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Subsuelo casi expuesto	
5	Suelo superficial delgado (menos de 10 cm.)	
10	Suelo superficial más profundo (más de 10 cm.)	

4. Estado de residuos

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Residuo orgánico presente que no se descompone o muy lentamente.	
5	Aun persiste residuo del año pasado en vías de descomposición.	
10	Residuos en varios estados de descomposición, pero residuos viejos bien descompuestos.	

5. Color, olor y materia orgánica

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Suelo con color pálido, con olor malo o químico, y no se nota presencia de materia orgánica o humus.	
5	Suelo de color café claro o rojizo, sin mayor olor y con algo de materia orgánica o humus.	
10	Suelo de color café oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica y humus.	

6. Retención de humedad

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Suelo se seca rápido.	
5	Suelo permanece seco en época seca.	
10	Suelo mantiene algo de humedad en época seca.	

7. Desarrollo de raíces

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Raíces poco desarrolladas, enfermas y cortas.	
5	Raíces de crecimiento algo limitado, se ven algunas raíces finas.	
10	Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas.	

8. Cobertura de suelo

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Suelo desnudo.	
5	Menos de 50% del suelo cubierto por residuos, hojarasca o cubierta viva.	
10	Más del 50% del suelo con cobertura.	

9. Erosión

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Erosión severa, se nota arrastre de suelo y canalillos.	
5	Erosión evidente pero baja	
10	No hay mayores signos de erosión.	

10. Actividad biológica

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Sin signos de actividad biológica, no se ven lombrices o invertebrados (insectos, arañas, cienpiés, etc.)	
5	Se ven algunas lombrices y artrópodos.	
10	Mucha actividad biológica, abundantes lombrices y artrópodos.	

Promedio calidad del suelo	
-----------------------------------	--

ANEXO 2 BOLETA PARA DETERMINAR LA SALUD DEL CULTIVO

1. Apariencia

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Cultivo clorótico o descolorido con signos severos de deficiencia de nutrientes.	
5	Cultivo verde claro, con algunas decoloraciones.	
10	Follaje color verde intenso, sin signos de deficiencia.	

2. Crecimiento del cultivo

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento de follaje nuevo.	
5	Cultivo más denso pero no muy uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos aun delgados.	
10	Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento de ramas y tallos gruesos y firmes.	

3. Tolerancia a sequía

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Susceptibles, no se recuperan bien después de una sequía.	
5	Sufren en época seca, se recuperan lentamente.	
10	Soportan sequía, recuperación rápida.	

4. Incidencia de enfermedades

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Susceptibles a enfermedades, mas del 50% de plantas con síntomas.	
5	Entre 20-45% con síntomas de leves a severos.	
10	Resistentes, menos del 20% con síntomas leves.	

5. Competencia por malezas

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Cultivos estresados dominados por malezas.	
5	Presencia media de malezas, cultivo sufre algo de competencia.	
10	Cultivo vigoroso, se sobrepone a malezas, o malezas chapeadas no causan problemas.	

6. Rendimiento actual o potencial

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Bajo con relación al promedio de la zona	
5	Medio, aceptable.	
10	Bueno o alto.	

7. Diversidad genética

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Pobre, domina una sola variedad.	
5	Medias, dos variedades.	
10	Alta, más de dos variedades.	

8. Diversidad vegetal

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Monocultivo sin sombra.	
5	Con solo una especie de sombra.	
10	Con más de 2 especies de sombra, e incluso otros cultivos.	

9. Diversidad natural circundante

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera.	
5	Rodeado al menos en un lado por vegetación natural.	
10	Rodeado al menos en un 50% de sus bordes por vegetación natural.	

10. Sistema de manejo

Valor establecido	Característica	Valor en el campo
1	Monocultivo convencional.	
5	En transición a orgánico.	
10	Orgánico diversificado.	

Promedio salud del cultivo	
-----------------------------------	--

Anexo 3 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

CRITERIO	INDICADOR
1. El proyecto puede continuar desarrollándose, ya que no se presentan problemas de orden público o la situación de orden público, aunque no es la óptima, permite la ejecución del proyecto.	- Estado del proyecto por razones de seguridad
2. Apropiación del proyecto por parte de la comunidad	- Nivel de uso del servicio
3. Apropiación de los procesos del proyecto por parte de las entidades del sector público (diferentes al operador)	- Nivel de participación de la comunidad
4. Apropiación de los procesos del proyecto por parte del operador	- Nivel de institucionalización de los procesos en el sector público.
5. Apropiación de los procesos del proyecto por parte de las organizaciones de la sociedad civil (diferentes al operador)	- Nivel de institucionalización de los procesos (operador)
6. Coordinación y cooperación entre los diferentes actores.	- Nivel de participación de las organizaciones de la sociedad civil
7. Creación y/o fortalecimiento de la capacidad de organización comunitaria.	- Nivel de coordinación y cooperación entre actores.
8. Creación y/o fortalecimiento de la capacidad administrativa.	- Nivel de organización comunitaria
9. Creación y/o fortalecimiento de la capacidad técnica.	- Grupos o redes conformados para el autoapoyo
10. Creación y/o fortalecimiento de la capacidad física.	- Capacidad administrativa
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Capacidad técnica
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Disponibilidad de material
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Estado de la infraestructura
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Disponibilidad de los beneficiarios para cubrir costos de los servicios públicos.
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Solvencia financiera del operador de saneamiento básico
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Recuperación de la cartera del fondo rotatorio
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Viabilidad financiera del proyecto
11. Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.	- Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso.

Anexo 3.1 ESTADO DEL PROYECTO POR RAZONES DE SEGURIDAD

AREA ESTRATÉGICA	Entorno
CRITERIO	El proyecto puede continuar desarrollándose, ya que no se presentan problemas de orden público o la situación de orden público, aunque no es la óptima, permite la ejecución.
NOMBRE INDICADOR	Estado del proyecto por razones de seguridad

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	El proyecto tuvo que suspenderse definitivamente	
4	El proyecto se encuentra suspendido temporalmente mientras se normaliza la situación	
6	El proyecto se encuentra en marcha, pero se está analizando la posibilidad de suspenderlo temporalmente/ definitivamente, o el proyecto ha sufrido demoras a causa de la situación de orden público.	
8	El proyecto está en marcha a pesar de la difícil situación de orden público.	
10	El proyecto está en marcha y no se presentan problemas de orden público que puedan afectar su normal desarrollo	

Anexo 3.2 NIVEL DE USO DEL SERVICIO

AREA ESTRATÉGICA	Actores
CRITERIO	Apropiación del proyecto por parte de la comunidad
NOMBRE INDICADOR	Nivel de uso del servicio

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No se ha difundido entre los futuros usuarios el servicio/programa o no se han identificado los beneficiarios directos del proyecto.	
4	Se están desarrollando las estrategias de divulgación o de identificación de beneficiarios.	
6	Se divulgó entre los futuros usuarios el servicio/programa o ya se han identificado los beneficiarios directos del proyecto	
8	Los beneficiarios han manifestado su interés de acceder al servicio cuando este en marcha	
10	Los beneficiarios proyectados para utilizar el servicio ya están haciendo uso del mismo.	

Anexo 3.3 NIVEL DE PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD

AREA ESTRATÉGICA	Actores
CRITERIO	Apropiación del proyecto por parte de la comunidad
NOMBRE INDICADOR	Nivel de participación de la comunidad

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	Se ha informado a los beneficiarios la finalidad, alcance y actividades del proyecto (a través de reuniones, perifoneo, etc.)	
4	La comunidad ha sido consultada sobre decisiones que se deben tomar dentro del proyecto y han tenido la oportunidad de dar su punto de vista (reuniones comunitarias, mesas de trabajo).	
6	Algunos miembros de la comunidad / beneficiarios participan directamente en actividades del proyecto (mano de obra, prestación de servicios, etc.) mejorando sus capacidades y habilidades ya que han recibido capacitaciones o asistencia técnica para el desarrollo de estas labores	
8	Representantes de la comunidad hacen parte de los comités operativos y participan en forma activa en los procesos de toma de decisiones del proyecto (asisten a las reuniones, presentan propuestas, discuten alternativas, informan a la comunidad las decisiones adoptadas, etc.).	
10	Algunos miembros de la comunidad / beneficiarios participan directamente en actividades del proyecto (mano de obra, prestación de servicios) y representantes de la comunidad hacen parte de los comités operativos.	

Anexo 3.4 NIVEL DE INSTITUCIONALIZACIÓN DE LOS PROCESOS EN EL SECTOR PÚBLICO.

AREA ESTRATÉGICA	Actores
CRITERIO	Apropiación de los procesos del proyecto por parte de las entidades del sector público (diferentes al operador)
NOMBRE INDICADOR	Nivel de institucionalización de los procesos en el sector público.

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No hay participación de entidades públicas y no se ha establecido contactos con ellas.	
4	Se ha informado a entidades del sector público la finalidad, alcance y actividades del proyecto (a través de reuniones, mesas de trabajo, comités de atención desplazados, etc.)	
6	Una o más entidades del sector público participan incidentalmente en el desarrollo de actividades del proyecto o complementarias al mismo (Ej: entidades públicas desarrollan proyectos en la misma comunidad y por lo tanto se involucran en algunas actividades del proyecto de OIM, se les hace consultas: Alcaldía local, UMATAs, SENA, ICBF).	
8	Una o más entidades del sector público contribuyen al desarrollo de actividades del proyecto o realizan actividades complementarias al mismo (aportan recurso financiero, físico o humano).	
10	Una o más entidades del sector público, además de contribuir en el desarrollo de actividades del proyecto, participan formalmente en el comité operativo y/o técnico del mismo.	

Anexo 3.5 NIVEL DE INSTITUCIONALIZACIÓN DE LOS PROCESOS (OPERADOR)

AREA ESTRATÉGICA	Actores
CRITERIO	Apropiación de los proceso del proyecto por parte del operador
NOMBRE INDICADOR	Nivel de institucionalización de los procesos (operador)

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	Las actividades / procesos del proyecto no están incluidos dentro de los programas regulares de la entidad operadora.	
4	Menos del 30% de las actividades / procesos del proyecto están incluidos en los programas regulares de la entidad operadora de manera informal.	
6	Entre el 30% y el 50% de las actividades y procesos del proyecto están incluidos en los programas regulares de la entidad operadora de manera informal.	
8	Más del 50% de las actividades y procesos del proyecto están incluidos en los procedimientos regulares de la entidad operadora de manera informal.	
10	La entidad operadora ya trabaja en el tema o ha manifestado su interés en incorporar las actividades y procesos del proyecto en sus programas de manera formal y regular, a la finalización del proyecto.	

* Informal: No existen manuales de procedimientos, las actividades no se realizan de manera continua.

Anexo 3.6 NIVEL DE PARTICIPACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

AREA ESTRATÉGICA	Actores
CRITERIO	Apropiación de los procesos del proyecto por parte de organizaciones de la sociedad civil (diferentes al operador)
NOMBRE INDICADOR	Nivel de participación de las organizaciones de la sociedad civil

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No hay participación y no se han hecho contactos con organizaciones de la sociedad civil	
4	Se ha informado a organizaciones de la sociedad civil la finalidad, alcance y actividades del proyecto (a través de reuniones, mesas de trabajo, comités de desplazados)	
6	Una o más organizaciones de la sociedad civil participan incidentalmente en el desarrollo de actividades del proyecto o complementarias al mismo (Ej: existen organizaciones que desarrollan proyectos en la misma comunidad y por lo tanto se involucran en algunas actividades del proyecto de OIM y se les hace consultas: grupos juveniles, pastoral social, universidades)	
8	Una o más organizaciones de la sociedad civil contribuyen como socios al desarrollo de actividades del proyecto o realizan actividades complementarias al mismo (aportan recurso financiero, físico o humano).	
10	Una o más organizaciones de la Sociedad Civil, además de contribuir en el desarrollo de actividades del proyecto, participan formalmente en el comité operativo y/o técnico del mismo.	

Anexo 3.7 NIVEL DE COORDINACIÓN Y COOPERACIÓN ENTRE ACTORES

AREA ESTRATÉGICA	Actores
CRITERIO	Coordinación y cooperación entre los diferentes actores
NOMBRE INDICADOR	Nivel de coordinación y cooperación entre actores

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No existen mecanismos de coordinación entre actores.	
4	Existen mecanismos informales de coordinación entre actores dentro del marco del proyecto (Ej: reuniones informales, mesas de trabajo esporádicas)	
6	Se ha convocado a los diferentes actores para establecer mecanismos formales de coordinación dentro del marco del proyecto (Ej: comité técnico u operativo del proyecto).	
8	Se ha diseñado la forma de operación del mecanismo de coordinación establecido, dentro del marco del proyecto (integrantes del comité, periodicidad de las reuniones).	
10	El mecanismo de coordinación establecido se encuentra funcionando con la participación de los actores pertinentes.	

Anexo 3.8 NIVEL DE ORGANIZACIÓN COMUNITARIA

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Creación y/o fortalecimiento de la capacidad de organización comunitaria.
NOMBRE INDICADOR	Nivel de Organización Comunitaria

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No existe ningún tipo de proceso organizativo al interior de la comunidad	
4	El proyecto contempla el desarrollo de actividades para promover la organización comunitaria, de acuerdo con las necesidades del proyecto.	
6	La entidad operadora está desarrollando actividades para promover la organización comunitaria, de acuerdo con las necesidades del proyecto.	
8	La comunidad decide organizarse en comités funcionales de trabajo para la ejecución de actividades del proyecto.	
10	Se está consolidando la organización comunitaria a través de la conformación democrática y puesta en marcha de comités funcionales / temáticos del proyecto, o ya existen procesos organizativos al interior de la comunidad.	

Anexo 3.9 GRUPOS O REDES CONFORMADOS PARA EL AUTOAPOYO

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Creación y/o fortalecimiento de la capacidad de organización comunitaria.
NOMBRE INDICADOR	Grupos o redes conformados para el autoapoyo

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No existen redes o grupos de autoapoyo al interior de la comunidad.	
4	Se están desarrollando actividades que facilitan la conformación de redes entre los beneficiarios del proyecto.	
6	Se han establecido algunas relaciones informales de comunicación entre los beneficiarios dentro del marco del proyecto (Ej: intercambio de opiniones, experiencias de la vida diaria)	
8	Se han generado espacios informales de comunicación e intercambio de experiencias y conocimientos entre los beneficiarios	
10	Se han establecido mecanismos informales pero regulares de comunicación e intercambio de experiencias y conocimientos entre los beneficiarios	

Anexo 3.10 CAPACIDAD ADMINISTRATIVA

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Creación y/o fortalecimiento de la capacidad administrativa
NOMBRE INDICADOR	Capacidad administrativa

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	La organización cuenta con objetivos claros, procesos generales y el nivel de conocimiento administrativo de los funcionarios es aceptable. Sin embargo, para las características especiales del proyecto requiere fortalecer destrezas administrativas específicas.	
4	Se requiere capacitar a los funcionarios responsables del proyecto y definir procedimientos específicos para el desarrollo de las actividades del proyecto.	
6	Se están creando o modificado procesos administrativos e identificando necesidades de capacitación relacionadas con la gestión administrativa del proyecto.	
8	Se están implantando los ajustes a los procesos y capacitando a los funcionarios responsables de su desarrollo.	
10	La organización cuenta con un Plan Estratégico, procesos definidos funcionando adecuadamente y personal capacitado para el desarrollo de las actividades del proyecto.	

Anexo 3.11 CAPACIDAD TÉCNICA

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Creación y/o fortalecimiento de la capacidad técnica
NOMBRE INDICADOR	Capacidad técnica

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	Los funcionarios y/o beneficiarios cuentan con un bajo nivel técnico para el desarrollo de las actividades y procesos del proyecto (bajo nivel de escolaridad, desconocimiento de nuevas tecnologías) y no hay programados procesos de capacitación.	
4	Los funcionarios y/o beneficiarios están recibiendo asistencia técnica y/o capacitación por parte de otras entidades, en temas relacionados con el proyecto.	
6	Se están identificando las necesidades de capacitación de los funcionarios y/o beneficiarios para desarrollar procesos de capacitación dentro del marco del proyecto.	
8	Dentro del marco del proyecto están programadas capacitaciones para los beneficiarios y/o funcionarios.	
10	Se están adelantando capacitaciones para los funcionarios y/o beneficiarios involucrados en el proyecto ó los funcionarios y/o beneficiarios cuentan con un buen nivel técnico para el desarrollo de las actividades del proyecto.	

Anexo 3.12 DISPONIBILIDAD DE MATERIAL

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Creación y/o fortalecimiento de la capacidad física
NOMBRE INDICADOR	Disponibilidad de material

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No se cuenta con disponibilidad presupuestal para adquirir material necesario para el desarrollo de las actividades del proyecto (Ej: material didáctico para realizar las capacitaciones en modelos pedagógicos)	
4	Se cuenta con disponibilidad presupuestal para adquirir material necesario para el desarrollo de las actividades del proyecto.	
6	Se cuenta con las especificaciones técnicas requeridas para la compra del material necesario para el desarrollo del proyecto	
8	Se solicitaron cotizaciones para seleccionar el proveedor del material necesario para el desarrollo de las actividades del proyecto.	
10	Se están tramitando las órdenes de compra para la adquisición del material necesario para el desarrollo de las actividades del proyecto.	

Anexo 3.13 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Creación y/o fortalecimiento de la capacidad física.
NOMBRE INDICADOR	Estado de la infraestructura

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No se cuenta con infraestructura física adecuada lo que impide la utilización de los equipos/insumos (Ej.: No hay energía eléctrica, vías deterioradas)	
4	Deficiencias parciales en la infraestructura física no permiten que los equipos sean utilizados en su totalidad	
6	Se están tomando las acciones necesarias para iniciar la adecuación de la infraestructura física	
8	La infraestructura física se está mejorando para poder utilizar los equipos.	
10	Se cuenta con infraestructura física adecuada que permite la utilización plena de los equipos / dotaciones.	

Anexo 3.14 DISPONIBILIDAD DE RECURSO FINANCIERO

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.
NOMBRE INDICADOR	Disponibilidad de recurso financiero

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No se cuenta con recursos financieros para darle continuidad a los procesos por lo menos por un año más, una vez termina el proyecto, o el proyecto no es autosostenible.	
4	El operador ha identificado potenciales fuentes de recursos distintas a OIM (recursos propios / Gobierno / Líneas de crédito / Cooperación internacional) para continuar desarrollando las actividades del proyecto una vez éste finaliza.	
6	Se dispone de una estimación preliminar global de los recursos necesarios para continuar con la ejecución de los procesos del proyecto por al menos un año más.	
8	El operador esta diseñando un plan escrito para la obtención de recursos adicionales para darle continuidad a las actividades generadas con el proyecto.	
10	Se están realizando consultas previas con potenciales donantes para obtener los recursos financieros necesarios para continuar los procesos, por lo menos por un año más, una vez termina el proyecto, o el proyecto es autosostenible.	

Anexo 3.15 CAPACIDAD DE LOS BENEFICIARIOS PARA CUBRIR COSTOS DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS.

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.
NOMBRE INDICADOR	Capacidad de los beneficiarios para cubrir costos de los servicios públicos.

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	Se desconoce la capacidad de pago de los beneficiarios para cubrir los costos de los servicios públicos.	
4	Se está realizando un diagnóstico para conocer la capacidad de pago de los beneficiarios para cubrir los costos de los servicios públicos	
6	Entre el 0% y 30% de los beneficiarios cuenta con recursos para pagar los servicios públicos.	
8	Entre el 30.01% y 50% de los beneficiarios cuenta con recursos para pagar los servicios públicos.	
10	Más del 50% de los beneficiarios cuenta con recursos para pagar los servicios públicos.	

Anexo 3.16 RECUPERACIÓN DE CARTERA DEL FONDO ROTATORIO

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.
NOMBRE INDICADOR	Recuperación de cartera del Fondo Rotatorio

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	No se ha realizado el diseño de la estructura del fondo ni hay previsiones financieras de manejo (tasas de interés, plazos, montos, periodos de gracia, costo de la operación del fondo, etc.)	
4	Se está diseñando la estructura del fondo y previsiones financieras de manejo.	
6	El fondo rotatorio está estructurado con base en previsiones financieras, pero no se cuenta con procesos establecidos para el cobro de los créditos.	
8	El fondo rotatorio está estructurado con base en previsiones financieras y se están estableciendo los procesos para el cobro de los créditos.	
10	El fondo rotatorio está estructurado con base en previsiones financieras y cuenta con procedimientos establecidos para el cobro de los créditos	

Anexo 3.17 VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO (EN EL CASO DE PROYECTOS DE CREACIÓN DE UN SOLO PROYECTO PRODUCTIVO)

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.
NOMBRE INDICADOR	Viabilidad financiera del proyecto (en el caso de proyectos de creación de un solo proyecto productivo)

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	El proyecto productivo se ha originado de ideas de los beneficiarios ó de la ONG operadora, sin contar con estudios técnicos.	
4	El proyecto productivo se ha originado de ideas de los beneficiarios ó de la ONG operadora, con base en estudios financieros, comerciales y/o sociales y ambientales de carácter general.	
6	El proyecto productivo se ha originado de una mesa de trabajo entre el beneficiario y la ONG con base en estudios financieros, de mercado y/o sociales y ambientales de carácter general.	
8	El proyecto productivo se ha originado de una mesa de trabajo entre varios actores (gobierno local, sector privado, ONG, beneficiarios) con base en un diagnóstico local.	
10	El proyecto productivo se ha originado de una mesa de trabajo entre varios actores (gobierno local, sector privado, ONG, beneficiarios) con base en un diagnóstico local y estudios financieros, de mercado y/o sociales y ambientales de carácter general.	

Anexo 3.18 ACCESO DE LA ORGANIZACIÓN A DIVERSAS FUENTES DE INGRESO

AREA ESTRATÉGICA	Capacidades
CRITERIO	Viabilidad financiera para el sostenimiento de las actividades y procesos.
NOMBRE INDICADOR	Acceso de la organización a diversas fuentes de ingreso

Valor establecido	Característica	Valor proporcionado al proyecto
2	La organización no cuenta con un plan diseñado para obtener recursos financieros para desarrollar sus actividades	
4	La organización está elaborando un plan para la obtención de recursos financieros (propios o externos)	
6	La organización cuenta con un plan diseñado para la consecución de recursos financieros (propios o externos) y ya ha identificado potenciales fuentes de financiación.	
8	La organización se encuentra elaborando propuestas para la consecución de recursos financieros (propios - por venta de servicios - o externos).	
10	La organización ha presentado propuestas a diferentes entidades para financiar sus actividades y proyectos y se encuentran en proceso de estudio, o ya cuenta con diversas fuentes de ingreso.	

Anexo 4 Cuestionario de la entrevista

Grupo objetivo: Asociados activos que implementaron el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.).

Objetivo: conocer el punto de vista que tienen los socios, respecto a la implementación del el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.).

Instrucciones: Responda de la manera más honesta posible, los cuestionamientos que se le plantean.

Cuestionario:

1. ¿Es propietario de la o las parcelas que tiene cultivadas con el cultivo de piñón?.

SI

NO

2. ¿Cuánto terreno tiene con el cultivo de piñón?:

1 parcela: _____ 2 parcelas: _____ 3 o más parcelas: _____

3. ¿Usted compra los insumos que utiliza para el manejo del cultivo de piñón?

SI

NO

4. Si su respuesta fue no a la interrogante anterior, podría indicarme quien le proporciona los insumos: _____

5. Si su respuesta fue si a la interrogante anterior, podría indicarme con que capital compra usted los insumos para su cultivo: _____

Anexo 5 Cuestionario de la entrevista

Objetivo: Determinar el manejo que se da en la planta procesadora, como en el cultivo de piñón, para poder conocer el impacto ambiental que tiene.

Instrucciones: Responda de la manera más honesta posible, los cuestionamientos que se le plantean.

Cuestionario:

1. Manejo de la torta obtenida en la extracción de aceite:_____

2. Manejo del agua obtenida del lavado de biodiesel:_____

3. ¿El cultivo de piñón se usa como reforestación agrícola?

SI

NO

4. ¿El cultivo de piñón sirve en la captura de carbono del ambiente?

SI

NO

5. ¿El cultivo de piñón ayuda en la recuperación de suelos degradados?

SI

NO

6. ¿El cultivo de piñón evita la erosión del suelo?:

SI

NO

Anexo 6 Cuestionario de la entrevista

Grupo objetivo: Todos los socios activos.

Objetivo: conocer el punto de vista que tienen los socios respecto a la reactivación del proyecto y determinar el estado actual de sus plantaciones de piñón.

Instrucciones: Responda de la manera más honesta posible, los cuestionamientos que se le plantean.

Cuestionario:

1.Cuál es su nombre: _____

2. En qué forma tiene cultivado el piñón

Parcela de piñón: _____ Cercos vivos con piñón: _____

3. Es propietario de la o las parcelas o cercos que tiene cultivadas con piñón.

SI

NO

4. Cuanto terreno tiene con el cultivo de piñón:

1 parcela: _____ 2 parcelas: _____ 3 o más parcelas: _____

5. Cual es la edad de su cultivo o cercos de piñón: _____

6. Ubicación de sus parcelas o cercos: _____

7. Esta usted de acuerdo con la reactivación de la planta procesadora de biodiesel:

SI

NO

8. Esta dispuesto a colaborar en la reactivación de la planta procesadora de biodiesel:

SI

NO

9. Si su respuesta es si en la pregunta anterior, en que esta dispuesto a colaborar:

a. Entregando semilla: _____

b. Trabajando en la producción de biodiesel: _____

c. Vendiendo el producto: _____

d. Transportando el producto: _____

Anexo 7. Calendario de manejo del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.)

Actividades	Año 1												Año 2 en adelante											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparación del terreno				X																				
Ahoyado y trasplante				X																				
Retrasplante					X																			
Fertilización 45-60 días después del trasplante: aplicación de 120 gramos por planta (80 gms de 15-15-15 + 40 gramos de 18-46-0)						X																		
1era fertilización 30-40 días después de comenzar el invierno: aplicación de 150 gramos por planta (60 gms de 15-15-15 + 90 gms de 18-46-0)																		X						
2da. Fertilización 2-3 semanas antes de la formación de floración de la primera cosecha del año. Fertilización foliar con nitrato de potasio.																			X					
3ra. Fertilización en la fase de maduración del fruto. Fertilización foliar con nitrato de potasio.																X					X			
4ta. Fertilización 2-3 semanas antes de la formación de floración de la segunda cosecha del año. Fertilización foliar con nitrato de potasio.																X								
5ta. Fertilización en la segunda fase de maduración del fruto. Fertilización foliar con nitrato de potasio.																								
Control de malezas				X				X				X				X				X				X
Control de plagas*							X									X								
Control de enfermedades*							X									X								
Primera poda (25 a 35 cms)						X																		
Poda de formación (a partir del año 2 de la planta)																	X							
Poda de inducir fructificación (a partir del tercer año, 15 días antes del inicio de las lluvias)																								X
Deschuponado						X			X			X				X			X		X			X
Poda de limpieza o sanitarias							X			X		X				X			X		X			
Cosecha**									X											X				

*El control de plagas y enfermedades puede realizarse de manera preventiva o curativa, dependiendo del daño que se monitoree.

**La cosecha en la costa, hasta el momento es una vez por año, pero dependiendo del manejo se pueden alcanzar 2 cosechas por año