

**Plan de negocios de una plantación de piñón
(*Jatropha curcas*) y una planta extractora de
aceite y transesterificación para producción
de biodiesel en Guatemala**

**Diego Esteban Mazariegos Monterroso
Kennet Jonathan Barrientos García**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Plan de negocios de una plantación de piñón (*Jatropha curcas*) y una planta extractora de aceite y transesterificación para producción de biodiesel en Guatemala

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Diego Esteban Mazariegos Monterroso
Kennet Jonathan Barrientos García

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Plan de negocios de una plantación de piñón (*Jatropha curcas*) y una planta extractora de aceite y transesterificación para producción de biodiesel en Guatemala

Presentado por:

Diego Esteban Mazariegos Monterroso
Kennet Jonathan Barrientos García

Aprobado:

Rommel Reconco, M.B.A.
Asesor Principal

Ernesto Gallo, M.B.A.
Director
Departamento de Administración
Agronegocios

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Barrientos García, K.J, Mazariegos Monterroso, D.E. 2012. Plan de negocios de una plantación de piñón (*Jatropha curcas*) y una planta extractora de aceite y de transesterificación para producir biodiesel, en Guatemala. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras 18p.

El panorama energético actual muestra una dependencia de los combustibles fósiles, por lo que actualmente se fomentan proyectos que brinden alternativas al consumidor, como el biodiesel. Hoy en día, es un producto que muestra características muy similares al diesel convencional, mientras proporciona beneficios al medio ambiente. De acuerdo al plan de negocios realizado se logró identificar que en Guatemala existe una demanda potencial creciente de biodiesel, al año 2011 existían cerca de 300,000 vehículos con motor diesel en todo el territorio. La empresa Transportes Carchá S.A. es una empresa de transporte extraurbano situada en Cobán A.V., esta empresa posee una flotilla de 54 buses diesel con un consumo promedio diario de combustible de 16 galones, obteniendo una demanda anual de 315,360 galones de combustible diesel. Con una plantación de 90 ha a una densidad de 2,500 plantas por ha, una planta extractora y de transesterificación con capacidad de diseño de 1,500 lt. de biodiesel por día, y una capacidad efectiva del 45%, se pueden producir cerca de 55,400 galones de biodiesel al año, cubriendo cerca del 18% del total de la demanda de la empresa. Con una inversión de US \$235,500.00 y un préstamo de U.S. \$460,000.00 se obtienen los siguientes índices financieros: un VAN de U.S. \$305,000.00 en 10 años, una TIR de 27% y una PRI de 5 años.

Palabras clave: Demanda, índices financieros, medio ambiente

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y METODOS.....	2
3. CONCLUSIONES	17
4. RECOMENDACIONES	18
5. LITERATURA CITADA.....	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Criterio de la Cámara de la industria de Guatemala para empresas industriales.....	2
2. Requerimientos de fertilización los requerimientos anuales del piño.	9
3. Producción de biodiesel en Guatemala.....	11
4. Cálculo de demanda potencial en Guatemala.....	12
5. Plan de inversiones en planta.	13
6. Plan de inversión en campo.	13
7. Flujo de caja.	15
8. Precio en equilibrio.....	16
9. Cantidad en equilibrio.	16
Figuras	
	Página
1. Oferta de biodiesel.....	10
2. Demanda en Guatemala.....	11

1. INTRODUCCIÓN

El panorama energético actual ha experimentado grandes cambios, debido al alza constante en los precios de los combustibles fósiles, agotamiento progresivo de las reservas de petróleo, degradación continua del medio ambiente y elevadas tasas de demanda que llevan que este recurso energético constituya el 80% de la fuente energética mundial. De acuerdo a la ASTM (American Society for Testing and Materials) (2012), define el biodiesel como el éster mono alquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables, como por ejemplo; aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores diesel. El piñón (*Jatropha curcas*) es una planta oleaginosa, de porte arbustivo originario de México y Centroamérica, que se desarrolla bien en la mayoría de países tropicales. Pertenece a la familia Euphorbiaceae (Bártoli 2008). La semilla, cuando está seca, mide aproximadamente 1.5 a 2.0 cm de largo, y de 1.0 a 1.3 cm de diámetro y pesa de 0.551 a 0.797 g. La cáscara puede representar entre 34 y 45% del fruto, la almendra entre 55 y 66% y en ésta hay un 6% de agua, 45% de aceite, 50% de azúcar, almidón, albuminoides y minerales, 3% cenizas y 3.5% de nitrógeno (Bártoli 2008). Bajo condiciones ideales, la semilla de piñón (*Jatropha curcas*) germina entre 4 y 10 días. La tasa de germinación de una semilla sana se espera que sea de un 95% (Green África Foundation s.f.). Este documento presenta un plan de producción de piñón (*Jatropha curcas*) y el establecimiento de una planta de extracción, semirefinamiento y transesterificación de aceite de Piñón, para la producción de biodiesel.

2. MATERIALES Y METODOS

Estudio legal

Cuadro 1. Criterio de la Cámara de la industria de Guatemala para empresas industriales.

TIPO DE EMPRESA	EMPLEADOS	VENTAS MAXIMAS ANUALES (Q)	ACTIVOS TOTALES (Q)
Microempresa	1 – 10	Hasta 60,000.00	Hasta 50,000.00
Pequeña empresa	11 – 20	60,001 – 300,000	50,001 – 500,000
Media empresa	21 - 50	300.001–3,000,000	500,001–2,000,000

Fuente: Cámara de la Industria de Guatemala.

Según los Criterios de Cámara de la Industria de Guatemala para empresas Industriales, la Gota a Gota se cataloga como una mediana empresa; ya que esta esta bajo esos parámetros dados.

Forma Jurídica. Es importante la forma Jurídica en que la empresa piensa laborar, va a depender del número de sus accionistas y del grado de la responsabilidad de cada uno de ellos, el capital con el que se desea iniciar actividades. La forma en que se puede constituir la empresa es apegándose a lo estipulado en el Código de Comercio de Guatemala. Según el Código de Comercio de Guatemala, se pueden constituir empresas de diferente forma jurídica como se describe a continuación:

Artículo 10. (Sociedades mercantiles). Son sociedades organizadas bajo forma mercantil, exclusivamente las siguientes:

- 1o. La sociedad colectiva.
- 2o. La sociedad en comandita simple.
- 3o. La sociedad de responsabilidad limitada.
- 4o. La sociedad anónima
- 5o. La sociedad en comandita por acciones.

Para este caso la empresa Gota a Gota S.A. está constituida como una “Sociedad Anónima” cumpliendo los requisitos establecidos en el Código de Comercio de Guatemala.

Escritura pública. La importancia de la escritura pública es que, es un documento público y legal y en ella podemos encontrar el nombre de todos los accionistas que forman parte de la organización de dicha empresa, el nombre de la empresa y la razón social, el tipo de sociedad, ubicación, representante legal, duración, cantidad de acciones que pertenecen a cada accionista y el objeto de la empresa. El trámite o realización de esta escritura se hace con un notario público. Y el tiempo de creación es de aproximadamente 30 días hábiles; con un costo de Q7, 000.00.

Según el código en el artículo 1729. La sociedad debe celebrarse por escritura pública e inscribirse en el Registro respectivo para que pueda actuar como persona jurídica.

Artículo 1730. La escritura de sociedad deberá expresar lo siguiente:

- 1o. Objeto de la sociedad;
- 2o. Razón social;
- 3o. Domicilio de la sociedad;
- 4o. Duración de la sociedad;
- 5o. Capital y la parte que aporta cada socio;
- 6o. Parte de utilidades o pérdidas que se asigne a cada socio, fecha y forma de su distribución;
- 7o. Casos en que procederá la disolución de la sociedad antes de su vencimiento; y las bases que en todo caso de disolución deberán observarse para la liquidación y división del haber social;
- 8o. Cantidad que puede tomar periódicamente cada socio para sus gastos personales;
- 9o. Modo de resolver las diferencias que surjan entre los socios;
10. La forma de administración de la sociedad y los demás pactos que acuerden los socios.

El notario público con estos datos puede elaborar dicha escritura de constitución y al mismo tiempo hacer dicha inscripción de la empresa ante el registro mercantil. El notario publica un aviso de declaración de la apertura de la empresa con el nombre de la sociedad en el Diario de Centro América con el fin de dar a conocer al público dicha constitución y si existe algún tipo de oposición, se haga de manera legal.

Registro Mercantil. Según el Registro Mercantil el procedimiento para inscribirse como empresa es el siguiente:

Inscripción de una sociedad mercantil:

1. Comprar un formulario de solicitud de inscripción de Sociedad Mercantil. Tiene un costo de Q 2.00.
2. Solicitar una orden de pago y cancelarla en el banco.

- ✓ Q 275.00 para inscripción de sociedad mercantil.
 - ✓ Por cada Q 1,000.00 del capital autorizado, deberá pagar Q 6.00. El monto máximo a pagar por dicho arancel es de Q 25,000.00.
 - ✓ Q 15.00 por edicto para publicación.
3. Con la orden de pago ya cancelada, presentar expediente en las ventanillas receptoras de documentos en un fólder tamaño oficio con pestaña. El expediente debe contener:
 - ✓ Formulario correspondiente autenticado
 - ✓ Fotocopia simple del testimonio de la escritura de constitución de la sociedad.
 4. El expediente es calificado por el departamento de Asesoría Jurídica. Si todo está correcto y conforme la ley, se ordena la inscripción provisional y la emisión del edicto para su publicación.
 5. Dicho edicto debe ser publicado una vez en el Diario Oficial.
 6. Se debe inscribir el nombramiento del representante legal de la sociedad. el cual se realiza siguiendo los pasos respectivos para la inscripción de auxiliares de comercio.
 7. Ocho días hábiles después de la publicación del edicto, se debe presentar en el Registro Mercantil.
 - ✓ Un memorial solicitando la inscripción definitiva de la sociedad
 - ✓ La página completa donde aparece la publicación de la inscripción provisional
 - ✓ El testimonio original de la escritura
 - ✓ Fotocopia del nombramiento del representante legal previamente inscrito en el Registro Mercantil.
 8. Luego de realizados todos los tramites, puede pasar a recoger su expediente a la ventanilla de entrega de documentos. Cuando pase a recoger su expediente
 - ✓ Revise cuidadosamente su patente
 - ✓ Verificar razón en el testimonio original
 9. Adherir Q 200.00 de timbres fiscales en la patente de comercio de sociedad.
 10. Cuando la sociedad está inscrita definitivamente, debe hacerse el trámite para inscribir la empresa, propiedad de la sociedad. Para ello deben seguirse los pasos indicados para inscribir una empresa.
 11. Dentro de un año máximo, después de inscrita definitivamente la sociedad, debe hacerse el trámite para inscribir el aviso de emisión de acciones (solo para sociedades accionadas), el cual se realiza siguiendo los pasos respectivos para el aviso de emisión de acciones

Según la SAT, los requisitos para la inscripción de una empresa mercantil están obligados a llenar los siguientes requisitos:

1. Solicitar y completar el formulario de inscripción SAT-0014, valor Q.1.00.
2. Original o fotocopia legalizada y fotocopia simple de la cédula de vecindad o pasaporte del representante legal.
3. Original o fotocopia legalizada y fotocopia simple del testimonio de la escritura de constitución.
4. Original o fotocopia legalizada y fotocopia simple del nombramiento del representante legal.

El formulario SAT-0014 deberá acompañarse de los formularios siguientes:

1. Solicitud de habilitación de libros, formulario SAT-0052;
2. Solicitud para autorización de impresión y uso de documentos y formularios, formulario SAT-0042.
3. Autorización de libros contables.

Cuadro 1: Pasos para optar a los libros contables, según SAT.

Paso 1.	Llenar el formulario SAT-0052 Adjuntar original o fotocopia legalizada y fotocopia simple de cédula de vecindad del propietario o representante legal Adjuntar original o fotocopia legalizada y fotocopia simple del pasaporte del propietario o representante legal, en caso de ser extranjero.
Paso 2	Presentar lo anterior en la ventanilla correspondiente de la Agencia de la Superintendencia de Administración Tributaria SAT más cercana, donde se le entregará el recibo de ingresos Cobranza SAT-No.0811 con el monto a ser cancelado en las cajas de BANRURAL. El valor corresponde a Q0.50 por hoja habilitada.
Paso 3	Hacer efectivo el pago en cualquier agencia de BANRURAL para su presentación posterior en las ventanillas de la SAT.
Paso 4	La SAT hace entrega de los stickers que deberá adherir a los libros habilitados.

Fuente: Superintendencia de Administración Tributaria.

Impuesto al valor agregado (IVA). Actualmente en el porcentaje de IVA es del 12% que aplica a todos los productos o artículos que se vendan.

El artículo. 29 de la ley del IVA establece que los contribuyentes afectos están obligados a emitir y entregar al comprador, y es obligación del comprador exigir y retirar, los siguientes documentos:

- a) Facturas en las ventas que realicen y por los servicios que presten, incluso respecto de las operaciones exentas.
- b) Notas de débito, para aumentos de precio o recargos sobre operaciones ya facturadas.
- c) Notas de crédito, para devoluciones, anulaciones o descuentos sobre operaciones ya facturadas.

Impuesto sobre la renta (ISR). La ley del ISR dice en Artículo 3. Contribuyentes. *(Reformado por el artículo 2 del Decreto Número 36-97 del Congreso de la República, para adicionarle un párrafo final)*. Son contribuyentes del impuesto, las personas individuales y jurídicas domiciliadas o no en Guatemala, que obtengan rentas en el país, independientemente de su nacionalidad o residencia y por tanto están obligadas al pago del impuesto cuando se verifique el hecho generador del mismo. Para los efectos de esta ley, los entes, patrimonios o bienes que se refieren a continuación, se considerarán como sujetos del impuesto sobre la renta: los fideicomisos, los contratos en participación,

las copropiedades, las comunidades de bienes, las sociedades irregulares, las sociedades de hecho, el encargo de confianza, la gestión de negocios, los patrimonios hereditarios individuales de empresas o personas extranjeras que operan en el país y las demás unidades productivas o económicas que dispongan de patrimonio y generen rentas afectas.

"Todas las personas individuales que cumplan la mayoría de edad (18 años), al obtener su Cédula de Vecindad deberán inscribirse en el Registro Tributario Unificado para que le Administración Tributaria les asigne Número de Identificación Tributaria (NIT), aun cuando en esa fecha no estén afectas al pago de uno o más de los impuestos vigentes. La Dirección en coordinación con las municipalidades, deberá establecer los procedimientos administrativos para que la, asignación del Número de Identificación Tributaria (NIT) y la extensión de la constancia respectiva se efectúe en forma simultánea a la entrega de la Cédula de Vecindad."

Según la ley del ISR, estos son los tipos de regímenes que existen en Guatemala y en donde la empresa se tiene que situar para poder hacer el pago del ISR:

- ✓ Mercantiles: régimen general 5% (Art. 44)
- ✓ No Mercantiles: régimen general 5% (Art. 44 A)
- ✓ Régimen optativo: 31% (Art 72)
- ✓ Asalariados: 15, 20, 25 y 31% (Art 43).

De acuerdo al tipo de empresa, es necesaria la siguiente documentación:

- ✓ Agrícolas (Fincas o Haciendas): Fotocopia de la Escritura Pública de propiedad y la Certificación de Inscripción del Inmueble en el Registro General de la Propiedad.
- ✓ Construcción de obras: Fotocopia del contrato cerrado de construcción, y de la Licencia Municipal cuando ésta proceda. Si la construcción es obra pública, presentar fotocopia del contrato suscrito con el Estado, sus entidades o municipalidades.
- ✓ Transporte terrestre: Fotocopia Legalizada de tarjetas de circulación de los vehículos, los cuales deben pertenecer al Patrono que solicita la inscripción.
- ✓ Colegios: Fotocopia de la resolución del Ministerio de Educación autorizando su funcionamiento, en la cual conste la propiedad del mismo. Fotocopia de la Patente de Comercio.
- ✓ Prestación de servicios de personal: Fotocopia del contrato respectivo.
- ✓ Oficinas de profesionales (Contables, bufetes de abogados, clínicas médicas, psicológicas, dentales, etc.): Fotocopia del documento que las identifique con un nombre determinado.

Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (IRTRA). Según el IRTRA, estos son los requisitos generales obligatorios para llevar a cabo el trámite de afiliación:

- ✓ Carta membretada de la empresa solicitando los tramites respectivos.
- ✓ La carta debe ser firmada y sellada por el Representante legal, así mismo se debe enviar la fotocopia legible y completa de las ultimas 2 planillas del IGSS con sus respectivos recibos de pago.
- ✓ En las planillas, deben estar resaltada los nombres de las personas las cuales se les dará trámite. En el caso de las empresas que no hayan efectuado algún trámite reciente, deben enviar las planillas y recibos del IGSS desde el último trámite.

Marcas y patentes: Según el Ministerio de Economía, estos son los requisitos legales para optar a una marca o signo distintivo;

- ✓ Adquirir en las oficinas del Registro de la Propiedad Intelectual, un formulario de solicitud de búsqueda retrospectiva del distintivo (Q.5.00), completarlo con la información requerida, efectuar el pago respectivo en Caja (denominativos Q.100.00; gráficos Q.200.00; y mixtos Q.200.00).
- ✓ Presentar el formulario y recibo de cancelación de la tasa en recepción, solicitando la búsqueda requerida.
- ✓ Adquirir formulario solicitud de registro inicial de distintivo (Q.5.00), completarlo con la información requerida, anexando los documentos pertinentes, adhiriendo los ejemplares del signo solicitado en el formulario y las copias, firma del solicitante, firma y sello del Abogado Auxiliante, colocando el timbre forense respectivo.
- ✓ Efectuar el pago de Q.110.00 por presentación de la solicitud, adjuntar copia del recibo correspondiente al expediente.
- ✓ Adjuntar a la solicitud los siguientes documentos:
 - a) Si es persona individual, fotocopia legalizada de documento de identificación;
 - b) Si se tratare de persona jurídica, fotocopia legalizada del documento que acredite la representación.
 - c) Si se tratare de persona individual o jurídica extranjera no domiciliada en Guatemala, deberá acompañar copia legalizada del mandato con cláusula especial otorgado a un abogado guatemalteco colegiado activo.
 - d) Original o fotocopia legalizada del recibo que acredite el pago de la tasa de Q.110.00 por ingreso de la solicitud.
 - e) Cuatro reproducciones de la marca si fuera mixta o figurativa.
 - f) Si fuera figura tridimensional, las reproducciones deberán consistir en una vista única o varias vistas diferentes, bidimensionales.
 - g) De toda solicitud y documentos que se presenten deberán adjuntarse una copia para efectos de reposición.
- ✓ Ingresar la solicitud en la recepción, donde efectúa un examen de los documentos adjuntos previo a la solicitud, quienes al aceptarlo sellan de recibido la solicitud y las copias. Presentada la solicitud, el Registro anotará la fecha y hora de su presentación, asignará un número de expediente y entregará

al solicitante un recibo de la solicitud y de los documentos presentados. Se tendrá como fecha de presentación de la solicitud la fecha de su recepción por el Registro, siempre que al tiempo de recibirse, la misma hubiera contenido al menos los siguientes requisitos:

- a) Que contenga información que permita identificar al solicitante o su representante e indique dirección para recibir notificaciones en el país;
- b) Que indique la marca cuyo registro se solicita o, tratándose de marcas denominativas con grafía, forma o color especiales, o de marcas figurativas, mixtas o tridimensionales con o sin color, se acompaña una reproducción de la marca;
- c) Que indique los nombres de los productos o servicios para los cuales se usa o se usará la marca; y
- d) Que acompañe el comprobante de pago de la tasa establecida:
 - ✓ El expediente es trasladado a la Sección de forma y Fondo para su examen, si la solicitud cumple con todos los requisitos, se emite resolución declarando con lugar la solicitud y se extiende el edicto correspondiente, por el cual se deben cancelar Q.50.00.
 - ✓ El solicitante, debe efectuar 3 publicaciones del edicto, en el término de quince días en el Diario Oficial, debiendo presentar los ejemplares originales al registro dentro del mes siguiente a la fecha de la última publicación. El edicto deberá contener: El nombre y domicilio del solicitante; El nombre del representante del solicitante, cuando lo hubiese; La fecha de presentación de la solicitud; El número de la solicitud o expediente; La marca tal como se hubiere solicitado; La clase a que corresponden los productos o servicios que distinguirá la marca; y La fecha y firma del Registrador o el funcionario del Registro que éste designe para el efecto.
 - ✓ Si no presentan oposición a la inscripción, el solicitante requiere se emita la orden de pago de Q.90.00 para que se efectúe la anotación que corresponde y presentarla al Registro para que se inscriba el signo distintivo solicitado.
 - ✓ Para que el Registro le haga entrega del título respectivo, el solicitante debe cancelar en Caja la suma de Q.50.00.

Vigencia de la Marca: 10 años, renovables por períodos iguales.

Estudio técnico. Ubicación: la finca se encuentra en el departamento de Cobán al norte del país a 205 km de la ciudad capital de Guatemala tiene una extensión territorial l de 100 hectáreas y cuenta con varias vías terrestres de acceso. El proyecto de piñón será una contribución al departamento de Cobán ya que generará nuevos empleos, ampliará el desarrollo sostenible de la región en su nivel social, el sector de ciencia y tecnología tendrá un desarrollo y una inversión económica más alta. El combustible diesel contamina el ambiente pero con el uso de biodiesel contamina un 80% menos que el combustible fósil.

Estudio de suelo. En estudios realizados anteriormente se demuestra que la finca cuenta con un tipo de suelo bien drenado con una estructura abierta y aireada. El grado de acides del suelo se encuentra en 6.6 y el cultivo de piñón esta en el rango de pH 5.5 a 8.8.

Transplante. Se compraran las plántulas de piñón a la empresa luego se trasplantaran a campo definitivo en el mes de Mayo a Julio cada plántula se sembrará a 15 cm de diámetro y 30 cm de profundidad las plántulas se humedecen para que no sufran estrés.

Fertilización. Se realizó hasta el 4to año ya que después de éste los requerimientos del cultivo siguen siendo los mismos. Estos requerimientos son para un suelo pobre que solo cumpla con un 50% de nutrientes para el cultivo. Se utilizaran los fertilizantes 20-20-20 y Urea.

Cuadro 2. Requerimientos de fertilización los requerimientos anuales del piño.

año	1	2	3	4	Total
Requerimiento anual	Kg/ha/año	Kg/ha/año	Kg/ha/año	Kg/ha/año	
N	23	34	69	103	229
P	7	11	21	32	71
K	34	50	101	151	336

Fuente: Manual de Jatropha, 2009.

Podas. Las flores del piñón se forman únicamente al final de las ramas. La poda estimula el crecimiento de un mayor número de ramas y por lo tanto estimula un mayor número de frutos y flores, otra razón importante es mantener la plantación con un tamaño bajo, para tener una cosecha más factible ya que el piñón puede llegar a medir 6 metros de altura y un ancho de corona de 6 metros (se tienen que hacer una poda anual).

Cosecha. La primera cosecha se realizará a los 8 meses de la siembra, la planta produce aproximadamente 0.2 kg/planta en el primer año pero puede llegar a dar hasta 5 kg en promedio, de los cuales 60% corresponden a semilla. El rendimiento es de

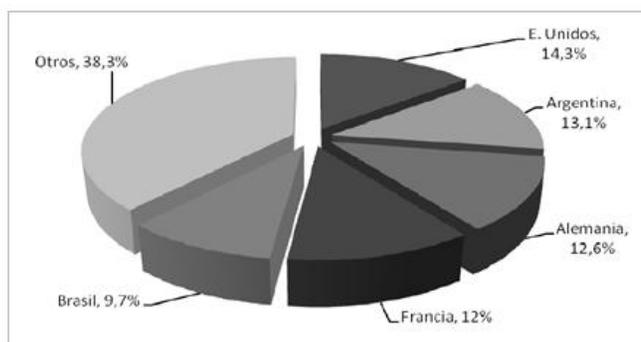
aproximadamente 0.8 toneladas de frutos por hectárea en el primer año, 2,000 plantas por manzana. La cosecha será manual por lo que se utilizará nueve personas que cosecharan una hectárea en un día, aproximadamente cosechan 30 libras por hora. Luego el fruto se traslada del campo hacia la bodega de almacenaje o directamente a la planta para procesarlo.

Tratamiento de fruto seco. Para la separación de la semilla del fruto se utiliza una descascarilladora se coloca el fruto en la tolva de la maquina colocando la pulpa y la semilla en diferente lugar con lo cual conseguimos tener solo la parte que utilizaremos para la producción de biodiesel. Para la extracción de aceite se colocara la semilla seca en la extractora de aceite que utiliza prensas que trituran la semilla y la exprimen hasta obtener el aceite separando el aceite de la semilla.

Elaboración de biodiesel. Para la elaboración del biodiesel se usara una planta total mente equipada parra producirlo, que cuenta con una capacidad de 1,500 litros por día para depositar el aceite y los compuestos que se utilizan es necesario hacer lo siguiente: se pesa la cantidad de aceite a desengomar y se calienta a 80° C, se agrega en agitación a 400 rpm previamente calentada a 90° C una mezcla de 0.2% de ácido cítrico y 3% de agua (peso/peso) ambas en relación al peso del aceite. Se agita por 60 minutos, luego se centrifuga para separar las gomas del aceite a 2500 rpm por 20 minutos. Se desechan las gomas. Seguidamente se mezcla 100ml de metanol por cada litro de aceite y se coloca la mezcla. Se deja reposando de 10-15min para que se separe el glicerol del biodiesel y se pueda decantar, dejar mucho tiempo decantando hace más sólido al glicerol y más difícil de trabajarlo. Se calienta agua destilada a 60°C utilizando una relación de 1:3 con base al peso del aceite, se hacen aproximadamente de 3-5 lavados hasta que el agua residual no salga con espuma. Se decanta el biodiesel y se introduce al horno a una temperatura de 105°C por 24hrs. Luego se procede hacer una filtración al vacío o centrifugación (2500 rpm por 20 minuto) para la eliminación total de impurezas como jabón, que pueda quedar en el biodiesel todo este proceso lo hará la maquinaria automatizada posteriormente será almacenado, la empresa Transportes Carchá S.A. se encargará de recibir el biodiesel en la planta.

Estudio de mercado. Análisis de oferta. A nivel mundial la producción de biodiesel tiene una curva creciente durante los últimos años, los países europeos son los mayores consumidores, ya sea puro o en mezclas con diesel convencional, importando la mayor parte de países europeos como Alemania y Francia, mientras que en América los mayores productores son Estados Unidos, Brasil y Argentina.

Figura 1. Oferta de biodiesel



Fuente: CEPAL Data de Brown 2011

La producción de biodiesel es una industria reciente en Guatemala, por tanto no existe una producción masiva sino que la producción es a pequeña escala y principalmente se utiliza para autoconsumo en motores estacionarios o vehículos auto motores de flota privada. La cantidad de productores y la oferta de biodiesel es pequeña y todavía no se comercializa abiertamente dicho producto, únicamente se establecen contratos entre productores y flotillas vehiculares que utilizan dicho producto, de forma pura o como mezcla con diesel derivado del petróleo, ya que no existen las condiciones legales para su uso como combustible automotor y su comercialización no está regulada al día de hoy. La capacidad instalada es de 4,000 galones/día y la mayor parte de materias primas son los aceites reciclados (actualmente la mayor fuente de materia prima), grasas y piñón. José Francisco Pedrosa 2011.

Cuadro 3. Producción de biodiesel en Guatemala.

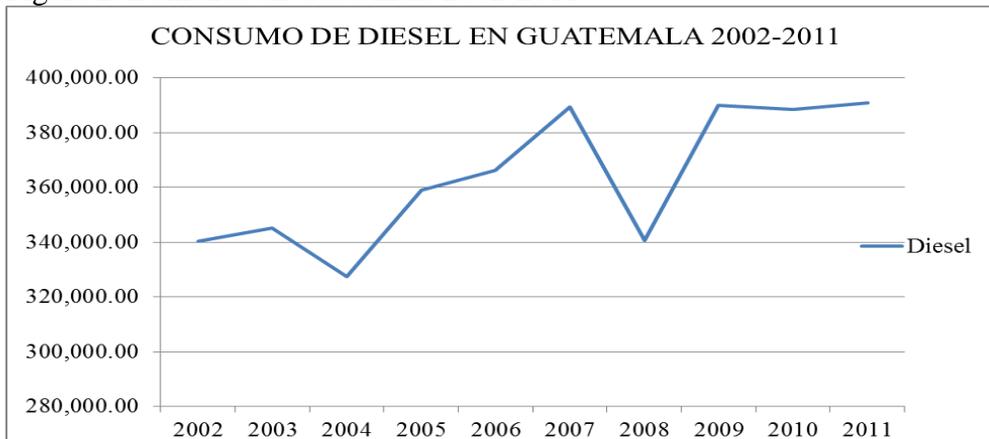
Cuadro 13.1. Guatemala. Productores de biodiésel en el país en el 2007.

Productor	Capacidad instalada (litros / día)	Materia prima
Biocombustibles de Guatemala, S.A.	5 677,5	Aceite reciclado
Combustibles Ecológicos, S.A.	1 892,5	Aceite reciclado
Comunidad Nueva Alianza	1 89,25	Aceite reciclado
Empacadora Toledo	n/d	Aceite reciclado
Fuerza Verde	189,25	Aceite reciclado
Guatebiodiésel, S.A.	5 677,5	Aceite reciclado
Helios, S.A.	1 097,65	Aceite reciclado
Technoserve	946,25	Aceite reciclado
Total	15 669,9	

Fuente: ACR.

Fuente: ACR (Asociación de combustibles Renovables de Guatemala)

Figura 2. Demanda en Guatemala 2002-2011



Fuente: elaboración propia Data: Ministerio de Energía y Minas

Cuadro 4 Cálculo de demanda potencial en Guatemala.

Demanda Potencial de diesel		unidades
Total de galones/año	391002,780.00	galón
Total de galones/día	1071,240.49	galón
Parque vehicular Guatemala	2108,068.00	vehículo
Parque vehicular en la Ciudad Capital	1021,166.00	vehículo
Porcentaje de vehículos en la ciudad capital	48.44%	
Parque vehicular diesel en Guatemala	289455	vehículo
Porcentaje de vehiculos de motor diesel	13.73%	
Porcentaje de vehiculos con motor diesel en Ciudad Capital	6.65%	
Parque vehicular motor diesel en ciudad capital	140,214	vehículo
Consumo galones/día/vehiculo	3.7	galón
Consumo galones/día en Ciudad Capital	518,918	galón
Automoviles, motos, pick up, otros (vehículos particulares)	79%	
Tractores, gruas, camiones, camionetas, buses, microbuses	21%	
DEMANDA B20 galones/día en ciudad capital	103,784	galón
DEMANDA B20 galones/día en ciudad capital en vehiculos particulares	81,989	galón

Fuente: Elaboración propia Data: SAT (Superintendencia de Administración Tributaria).

En la ciudad Capital actualmente existe una demanda potencial de 81,900 galones de biodiesel por día, estos datos son potenciales, calculados de acuerdo al parque vehicular en el año 2011, cantidad de vehículos individuales (excluidos los camiones, camionetas, grúas, tractores, cabezales y microbuses) y el consumo diario promedio de diesel el cual es de 519,000 galones por día. Esta demanda debe ser sometida a un estudio de mercado

profundo ya que se esta trabajando sobre el supuesto que cada individuo que posee un automóvil está dispuesto a consumir el 20% de su combustible diario en biodiesel, sin en cuenta la propensión al consumo de este producto. La demanda cubierta, será de una empresa de transportes situada en Cobán A.V., esta empresa posee 54 buses diesel con un consumo promedio diario de combustible de 16 galones, obteniendo una demanda anual de 315,360 galones de combustible diesel. Por tanto para abastecer el 20% de biodiesel a esta empresa se deben producir cerca de 63,000 galones de biodiesel al año. Con esta información y con los recursos disponibles se realizó el estudio de factibilidad de una plantación de Piñón y de una planta de producción de biodiesel, para abastecer la demanda de la empresa de Transportes Carchá S.A. la cual se encuentra en un área conocida por su turismo ecológico, brindando así un transporte limpio y con consciencia ambiental, lo cual será utilizado en un principio para abaratar costos de combustible y en segundo plano será utilizado como fuente de marketing para promocionar el turismo.

Estudio financiero. La planta está diseñada para producir 1,500 litros de biodiesel por día, la inversión asciende a U.S. \$235,712.

Cuadro 5. Plan de inversiones en planta.

Descripción de activos	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Total \$	vida útil años	Depreciación anual \$
Descascarilladora	unidad	1	36,700.00	36,700.00	20.00	1,835.00
Reactor 1	unidad	1	135,000.00	135,000.00	20.00	6,750.00
Reactor 2	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Tanque de metoxido de sodio	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Bomba de reactivos/agua	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Bomba de reciclo y traspaso hacia R2	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Bomba de reciclo y descarga biodiesel	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Valvula de vapor (selenoide) principal	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Valvula selenoide 1	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Valvula selenoide 2	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Filtro	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Intercambiador de calor 1	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Intercambiador de calor 2	unidad	1		0.00	20.00	0.00
Edificio de planta	unidad	1	15,000.00	15,000.00	20.00	750.00
Inscripcion de sociedad mercantil	unidad	1	3,759.40	3,759.40	20.00	187.97
Gastos legales	unidad	1	877.19	877.19	20.00	43.86
Extractor de aceite	unidad	1	44,375.00	44,375.00	20.00	2,218.75
Inversiones en planta				235,711.59		11,785.58

Cuadro 6. Plan de inversión en campo.

Descripción de activos	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Total \$	vida útil años	Depreciación anual \$
Sistema de riego por goteo	Unidad	1	25,000.00	25,000.00	20	1,250.00
BEI Jatropha wave Harvester	Unidad	1	150,000.00	150,000.00	20	7,500.00
Finca 98 Ha	Unidad	1		0.00		
Pick up	Unidad	1	30,000.00	30,000.00	10	3,000.00
Bodega para almacenar semilla	Unidad	1	2,500.00	2,500.00	20	125.00
Barreno para agujeros de siembra	Unidad	2	1,000.00	2,000.00	5	400.00
Agujeros de siembra	Unidad	180,000	0.01	1,028.57	10	102.86
Siembra	Plantas	180,000	0.02	3,600.00	20	180.00
Plantas	Unidad	180,000	0.50	90,000.00	20	4,500.00
Inversiones en campo				304,128.57		17,057.86
Inversión total				539,840.16		28,843.44

La finca está ubicada en las afueras de Cobán en el km 195, el total de la inversión en campo es de U.S. \$304,129 dólares, y la inversión total asciende a U.S. \$539,840 toda esta inversión es realizada en el primer año, ya que la producción inicia a los 8 meses después del transplante.

Cuadro 7. Flujo de caja.

Item	Año 0 \$	Año 1 \$	Año 2 \$	Año 3 \$	Año 4 \$	Año 5 \$	Año 6 \$	Año 7 \$	Año 8 \$	Año 9 \$	Año 10 \$
Inversión	539,840.16										
Ingresos por glicerol		931.17	8,380.51	11,639.60	12,337.98	13,078.26	13,862.95	14,694.73	15,576.42	16,511.00	17,501.66
Ingresos por biodiesel		18,610.14	177,540.70	261,379.37	277,062.13	293,685.86	311,307.01	329,985.43	349,784.56	370,771.63	393,017.93
Costos											
Costos fijos		35,110.71	37,217.36	39,450.40	41,817.42	44,326.47	46,986.06	49,805.22	52,793.53	55,961.14	59,318.81
Costos variables		55,165.84	84,113.61	99,262.69	105,218.45	111,531.56	118,223.45	125,316.86	132,835.87	140,806.02	149,254.38
Depreciación		28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44
Utilidad antes de impuestos		99,578.69	35,746.81	105,462.45	113,520.80	122,062.66	131,117.02	140,714.65	150,888.14	161,672.03	173,102.96
Impuestos ISR 10%		0.00	3,574.68	10,546.25	11,352.08	12,206.27	13,111.70	14,071.47	15,088.81	16,167.20	17,310.30
Utilidad neta		99,578.69	32,172.13	94,916.21	102,168.72	109,856.39	118,005.32	126,643.19	135,799.32	145,504.83	155,792.66
Capital de trabajo	99,578.69										
Recuperación de capital de trabajo											178,330.26
Valor de rescate											288,434.37
Depreciación		28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44	28,843.44
Flujo de efectivo	639,418.85	70,735.25	61,015.57	123,759.64	131,012.16	138,699.83	146,848.76	155,486.62	164,642.76	174,348.26	651,400.73
Flujo neto acumulado	639,418.85	710,154.10	649,138.54	525,378.89	394,366.73	255,666.91	108,818.15	46,668.47	211,311.23	385,659.50	1037,060.23
Préstamo	460,000.00										
Amortización de préstamo		28,862.88	31,749.17	34,924.09	38,416.50	42,258.15	46,483.96	51,132.36	56,245.59	61,870.15	68,057.17
Flujo de efectivo con préstamo	179,418.85	99,598.13	29,266.40	88,835.56	92,595.66	96,441.68	100,364.80	104,354.27	108,397.17	112,478.11	583,343.57
Flujo de efect. Con préstamo acumulado	179,418.85	279,016.98	249,750.59	160,915.03	68,319.37	28,122.32	128,487.11	232,841.38	341,238.55	453,716.66	1037,060.23
VAN sin préstamo	83,861.11										
TIR sin préstamo	0.14										
VAN con préstamo	304,944.79										
TIR con préstamo	27%										

De acuerdo al análisis financiero, podemos identificar los flujos de efectivo del proyecto, asumiendo un precio del galón de biodiesel de Q. 33.50 es decir U.S \$4.2, los ingresos anuales dependen de la producción en campo, la cual es de 800 kg de fruta por hectárea en el primer año, 7,200 kg en el segundo y se estabiliza a partir del tercer año en 10,000 kg, obteniendo una pérdida de más de U.S. \$700,000.00 en el primer año, reduciéndose gradualmente hasta el año 6 obteniendo flujos positivos en el séptimo año, esto sin financiamiento, resultando en un VAN de U.S. \$83,800.00 y una TIR de 14% la cual es menor al costo de capital de 17.28%, por lo que rechazamos realizar el proyecto con capital propio . Al obtener un préstamo de U.S. \$460,000.00 los índices financieros mejoran, obteniendo un VAN de aproximadamente U.S. \$305,000.00 una TIR de 27% y un periodo de retorno al quinto año del proyecto.

Cuadro 8. Precio en equilibrio.

Precio	Cantidad 1	Cantidad 2	Cantidad 3	Inflación
3.81	3,595	32,357	55,427	6%

Precios en el tiempo		3.81	4.04	4.29	4.54	4.81	5.10	5.41	5.73	6.08	6.44
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		13,710.08	130,802.27	237,505.83	251,756.18	266,861.55	282,873.24	299,845.64	317,836.38	336,906.56	357,120.95
Costos, impuestos. Prestamo		-118089.09	-148555.42	-190470.15	-203438.02	-217320.62	-232186.49	-248109.68	-265170.15	-283454.34	4457.60201
Flujo de caja	-195473.9	-104,379.01	-17,753.15	47,035.68	48,318.16	49,540.94	50,686.75	51,735.96	52,666.22	53,452.22	361,578.55
VAN	\$ 0.00										

Cuadro 9. Cantidad en equilibrio.

Precio	Cantidad	Inflación
4.2	50,893	6%

Precios en el tiempo		4.2	4.45	4.72	5.00	5.30	5.62	5.96	6.32	6.69	7.10
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		12,213.35	116,522.53	240,168.21	254,578.30	269,853.00	286,044.18	303,206.83	321,399.24	340,683.19	361,124.18
Costos, impuestos. Prestamo		-118089.09	-148555.42	-190470.15	-203438.02	-217320.62	-232186.49	-248109.68	-265170.15	-283454.34	4457.60201
Flujo de caja	-195473.9	-105,875.74	-32,032.89	49,698.05	51,140.28	52,532.38	53,857.69	55,097.15	56,229.09	57,228.86	365,581.79
VAN	\$ -										

El precio en equilibrio financiero es de U.S. \$3.81 por galón y la cantidad en equilibrio es de 50,893 galones por año.

3. CONCLUSIONES

- El proyecto es viable siempre y cuando exista financiamiento, ya que al realizar el proyecto con capital propio, la tasa interna de retorno no es mayor al costo de capital, por lo tanto, es mejor realizar otra actividad con menos riesgo y que de mayores rendimientos.
- La demanda de biodiesel de la empresa Transportes Carchá S.A. es de 315,360 Galones al año y se producen 62,917 Galones, supliendo aproximadamente el 20% de la demanda
- La empresa brindaría empleo a personas de la región, y contribuirá a al medio ambiente manteniendo el ciclo de carbono al reducir el uso de combustibles fósiles.
-

4. RECOMENDACIONES

- Sembrar variedades de piñón de alto rendimiento en campo, porque esto es un factor clave en la producción de biodiesel, ya que actualmente son bajos; aún con un paquete tecnológico que cuenta con variedades mejoradas, riego, fertilización y control de plagas y malezas.
- Comprar materia prima como aceite de restaurantes (aceites reciclados) que son de precio bajo y ayudan a reducir costos e incrementar la producción.
- El uso de biocombustibles ayudará al turismo de la región, ya que es considerada un área de ecoturismo mejorando su imagen ante los turistas.
- Para obtener un mayor margen de rentabilidad se deben reducir costos a partir de comprar materia prima con menor precio.

5. LITERATURA CITADA

Comparación de sustratos para la siembra de piñón (*Jatropha curcas*) en etapa de vivero, finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras. Erson Noel Fúnez Oseguera. Zamorano, Honduras. Diciembre; 2009.

Cultivo de *Jatropha curcas* y construcción de una planta de biodiesel en San Esteban, Olancho, Honduras. Inversiones San Martín. Honduras, Marzo; 2006.

Diseño de una planta de extracción, semirefinamiento y transesterificación de aceite de *Jatropha curcas*. Fernando Hared Castro Roveló. Zamorano, Honduras. Diciembre; 2009.

Gunstone, F. y Narris, F. 1983. Lipids in Food chemistry, biochemistry and technology. Pergamon Press. Oxford.

Liebscher, Edward. 1942. Triclyceride refining process. Oficina de patentes de Estados Unidos Codigo 2,415,140. Patentado en Febrero de 1947. Nueva Jersey. Estados Unidos. 35p

Manzanares, Karla. 2011. Predicción del número de cetano de biodiesel de Piñón (*Jatropha curcas*) y Palma Africana (*Elaeis guineensis*) por cromatografía de gases. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.

Mis, Kevin. 2007. Efecto del tiempo de freído del aceite de palma (*Elaeis guineensis*) sobre las características físico-químicas del biodiesel. Honduras .Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 37 Páginas.

Krishna, Bijay y Dahyabhai, Jignesh. 2011. Refining of rice oil by neutralization with calcium hydroxide. Instituto de Ciencia y Tecnología de Estudios avanzados e Investigación. Gujarat, India. European Journal of Lipid Science and Technology 2011-113. Páginas 1161-1167.

Wan, Peter y Wakelyn, Phillip. 1997. Technology and Solvent for extracting Oilseeds and non petroleum Oils. Amecian Oil Chemist Society. 353 p.