



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

**Análisis de la situación del cultivo agroenergético *Jatropha curcas* L.
(Tempate) y sus perspectivas para la producción de biocombustible
en Costa Rica**

por

David Francisco Palacios Palacios

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental

Turrialba, Costa Rica, 2012

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

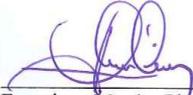
MAGISTER SCIENTIAE EN SOCIOECONOMÍA AMBIENTAL

FIRMANTES:

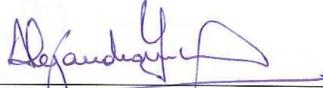


Abigail Fallot, Ph.D.
Directora de tesis

Hildegard Garming, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Francisco Mesén, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Alejandro Imbach, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Thomas Dormody, Ph.D. / Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano / Vicedecano de la Escuela de Posgrado



David Francisco Palacios Palacios
Candidato

DEDICATORIA

A Dios por las oportunidades que ha presentado en mi camino.

A mis padres por su infinito amor, abnegación y sabiduría.

A mis hermanos por el apoyo incondicional sin el cual nunca lo habría logrado.

A mis abuelitas por su cariño y mis abuelito que desde el cielo celebrarán conmigo.

A mi novia por su paciencia y amor brindado durante esta etapa de mi vida.

A mí.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesora consejera Abigail Fallot, por su tiempo y apoyo que fueron trascendentales para el desarrollo de la tesis y mi formación profesional.

A los miembros del comité consejero de tesis: Alejandro Imbach y Francisco Mesen por sus comentarios y orientación durante este proceso.

A los productores de COOPETALAMANCA.SOS y COOPEPURISCAL quienes abrieron sus hogares para recibirme durante la fase de campo.

A Leonardo Portillo, Catalino Tellez y Jesús Hernandez por su apoyo durante las visitas a las fincas.

A los encargados de los proyectos estudiados de: CAC Abangares, COOPEAGRI, COOPEDOTA, COOPEPURISCAL, COOPETALAMANCASOS, COOPEVAQUITA, EEAFBM, FAO, FEDECAC, RECOPE, Hacienda la Tierrica, Grupo H&M, Finca San Carlos, Green Acres, GFE Global, por su tiempo e información brindada para el desarrollo del presente trabajo.

Al personal de la Escuela de Postgrado: Aranjid, Jeannette, Alfonso y Martha por su colaboración en todo el proceso de estudios.

A la Secretaria de Ciencias y Tecnología del Ecuador, por auspiciar mis estudios.

Y finalmente a mis amigos de la promoción 2011-2012 quienes se convirtieron en mi familia durante este emocionante periodo de mi vida.

BIOGRAFÍA

El autor nació en la ciudad de Loja en la provincia del mismo nombre en Ecuador, el 4 de junio del 1985. Se graduó como Ingeniero en Gestión Ambiental en la Universidad Técnica Particular de Loja en 2009. Trabajó como técnico en la Corporación de Manejo Forestal Sustentable (COMAFORS) de Quito. Posteriormente ingresó a estudiar en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas CATIE en el 2011 en la maestría de Socioeconomía Ambiental y Especialidad en Prácticas del Desarrollo.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	IV
BIOGRAFÍA	V
CONTENIDO	VI
RESUMEN.....	XI
SUMMARY	XII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XV
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	2
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Costa Rica y la producción de biocombustibles.....	4
2.2 <i>Jatropha curcas</i>	4
2.2.1 <i>Información botánica</i>	4
2.2.2 <i>Factores agroclimáticos y su problemática para la estimación de rendimientos agrícolas de Jatropha</i>	6
2.2.3 <i>Factores que afectan el rendimiento</i>	8
2.2.3.1 <i>Precipitación</i>	8
2.2.3.2 <i>Suelo</i>	8
2.2.3.3 <i>Edad</i>	9
2.2.3.4 <i>Plagas y enfermedades</i>	9
2.2.4 <i>Estimación de rendimientos en base a descriptores agronómicos</i>	10
2.2.5 <i>Actividades necesarias para el establecimiento y manejo del cultivo</i>	11
2.2.5.1 <i>Preparación del terreno y siembra</i>	11

2.2.5.2	Fertilización	12
2.2.5.3	Deshierbe o limpieza	12
2.2.5.4	Poda	13
2.2.5.5	Cosecha.....	13
2.3	Análisis de la revisión de literatura	14
3	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
4	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS INICIATIVAS	16
4.1	METODOLOGÍA PARA CARACTERIZAR LAS INICITIVAS	16
4.1.1	Identificación de iniciativas	16
4.1.2	Sistematización de información.....	16
4.1.2.1	Recopilación de información	16
4.1.2.2	Caracterización de las iniciativas.....	17
4.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE INICIATIVAS	17
4.2.1	Identificación de iniciativas	17
4.2.2	Caracterización de iniciativas	19
4.2.2.1	Green Acres Costa Rica (C-Fela)	19
4.2.2.2	UCR- Estación Experimental Fabio Baudrit	21
4.2.2.3	COOPEDOTA, RL.	22
4.2.2.4	GFE Global	22
4.2.2.5	COOPEVAQUITA	23
4.2.2.6	COOPEAGRI, R.L.	23
4.2.2.7	FEDECAC.	24
4.2.2.8	RECOPE.....	24
4.2.2.9	Finca en San Carlos	25
4.2.2.10	IDA-ICE.....	26
4.2.2.11	COOPETALAMANCA. SOS	26
4.2.2.12	COOPEPURISCAL	27
4.2.2.13	FAO	28
4.2.2.14	Centro Agrícola Cantonal de Abangares	29
4.2.2.15	Hacienda la Tierrica.....	29
4.2.2.16	Grupo H&M.....	30
4.2.3	Comparación de objetivos y resultados entre iniciativas.....	30

4.2.4	Resumen de iniciativas	34
5	ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS EN BASE A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y PRÁCTICAS DE MANEJO.	39
5.1	<i>METODOLOGÍA PARA DETERMINAR RENDIMIENTOS</i>	39
5.1.1	Revisión de literatura.....	39
5.1.2	Diseño de protocolos de campo.....	40
5.1.3	Rendimientos observado/medidos	40
5.1.4	Rendimientos reportados	42
5.2	<i>RESULTADOS DE RENDIMIENTOS</i>	42
5.2.1	Descripción de características de las parcelas	43
5.2.1.1	GFE.....	43
5.2.1.2	Green Acres Costa Rica- C Fela.....	44
5.2.1.3	Finca en San Carlos	44
5.2.1.4	COOPETALAMANCA.SOS	45
5.2.1.5	COOPEPURISCAL.....	47
5.2.1.6	RECOPE.....	49
5.2.1.7	UCR- Estación Experimental Fabio Baudrit	49
5.2.1.8	COOPEVAQUITA.....	50
5.2.1.9	COOPEDOTA, RL.....	51
5.2.1.10	FEDECAC	52
5.2.1.11	FAO	52
5.2.1.12	Centro Agrícola Cantonal de Abangares	53
5.2.1.13	Hacienda La Tierrica	53
5.2.1.14	Grupo H&M.....	54
5.2.2	FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO.....	55
5.2.2.1	Condiciones climáticas y de terreno	55
5.2.2.2	Manejo de las plantaciones.....	57
5.2.3	RENDIMIENTOS EN COSTA RICA	59
6	ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE PROPIETARIOS DE PARCELAS DE JATROPHA, A PEQUEÑA ESCALA.....	62

6.1	<i>METODOLOGÍA PARA DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS</i>	63
6.2	<i>RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS</i>	65
6.2.1	ANÁLISIS DE ASPECTOS IDENTIFICADOS	65
6.2.1.1	Características de la finca	65
6.2.1.2	Características del hogar	65
6.2.1.3	Características del jefe de hogar	66
6.2.1.4	Participación de institución promotora	66
6.2.2	<i>DETERMINANTES DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE ACTORES A PEQUEÑA ESCALA</i>	67
7	PERSPECTIVAS PARA EL CULTIVO EN EL PAÍS EN BASE A LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO.	68
7.1	<i>METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE PERSPECTIVAS</i>	68
	Taller con actores involucrados	68
7.2	<i>RESULTADOS DE PERSPECTIVAS</i>	69
7.2.1	Validación del diagnóstico.....	69
7.2.2	Perspectivas de desarrollo del cultivo según los actores	71
7.2.2.1	Fase exploratoria del cultivo.....	71
7.2.2.2	Jatropha como cultivo de transición para biocombustible.....	71
7.2.2.3	Jatropha para uso de aceite	72
7.2.3	Información complementaria del taller	72
7.2.4	Escenarios para el cultivo de Jatropha en Costa Rica.....	72
7.2.4.1	Escenarios de desarrollo	73
	Producción de semillas de calidad para propagación	74
	Producción de biodiesel en sistemas descentralizados	75
	Jatropha para uso del aceite	76
8	CONCLUSIONES	77
9	RECOMENDACIONES	79
10	LÍMITES DEL ESTUDIO	81
11	IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA TESIS PARA EL DESARROLLO Y POTENCIAL PARA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PARA EL DESARROLLO	82

12 BIBLIOGRAFÍA.....	84
Sítios de internet consultados.....	88
ANEXOS.....	90
Anexo 1: Protocolo de mediciones.....	91
Anexo 2: Protocolo de entrevistas actores involucrados con las iniciativas y que manejan las plantaciones.....	93
Anexo 3: Cuadro resumen de características socioeconómicas de productores de Jatropha a pequeña escala.....	97
Anexo 4: Listado de contactos de actores involucrados	98

RESUMEN

La *Jatropha curcas*, planta oleaginosa perteneciente a la familia de las Euphorbiaceas, es una especie promovida hace varios años principalmente por actores en el campo de la energía. Su importancia radica en atributos poco estudiados, como el desarrollo en áreas degradadas, mejorar la economía local, mejora de fertilidad de los suelos, alto rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, entre otros. Esa promoción sin sustento ha generado un ciclo de ilusión-desilusión en varios de los proyectos en Costa Rica y el Mundo. Por lo cual, mediante la presente investigación se pretende dotar de información a los actuales y futuros involucrados, para tener insumos al momento de decidir invertir o no en la implementación del cultivo.

Se hizo una búsqueda exhaustiva de los proyectos involucrados con *Jatropha* en el país (17), y se analizaron bajo 3 enfoques: 1) Factores institucionales de los actores (objetivo institucional, motivación para trabajo con *Jatropha*, los resultados obtenidos hasta la fecha); 2) Situación del cultivo (Condiciones biofísicas, de manejo y de rendimiento de las parcelas); 3) Características socioeconómicas de los propietarios de parcelas a pequeña escala. Con lo cual se pudo concluir que la *Jatropha* en la mayoría de los casos es utilizada como medio para llegar a distintos fines (valoración de tierras degradadas, mejorar la imagen ambiental de la institución, obtención de financiamiento, alternativa de producción para agricultores o energía alternativa) pero la producción de *Jatropha* no es el fin de ninguna de las iniciativas.

Se logró determinar que las condiciones ambientales y de terreno, así como el deficiente manejo de las mismas, han influido en la variación de rendimientos en el país. Esta falta de criterio técnico para selección de los sitios para establecer las parcelas, más el uso de un cultivo no domesticado ha generado mucha incertidumbre en los proyectos implementados, lo cual se ha visto reflejado en el abandono de varias iniciativas en el país.

Los actores a pequeña escala son los principales involucrados, abarcando 9 iniciativas cooperativistas con 60 familias actualmente. Estos productores se han involucrado con el cultivo por la entrega de incentivos y al no percibir ingresos en el corto plazo han abandonado gran parte de las plantaciones. Las iniciativas que siguen manejando las *Jatropha* no han llegado a procesar y comercializar el aceite, debido a que se encuentran estancados en una fase de ensayo y las perspectivas para la formación de la cadena productiva de biodiesel a partir de aceite de *Jatropha* son escasas. Por lo cual se elaboraron 3 escenarios de desarrollo del cultivo en base a la situación actual.

Palabras Claves: *Jatropha curcas*, rendimiento, actores, perspectivas, abandono, ensayos, no domesticado, escenarios

SUMMARY

Jatropha curcas oilseed plant from the Euphorbiaceae family is a species promoted for several years mainly by actors in the energy field. Its importance lies in understudied attributes such as development in degraded lands, improvement of local economy, improving soil fertility, high yield, resistance to pests and diseases, among others. That promotion has generated an illusion-disillusionment cycle in various projects in Costa Rica and the World. Therefore, through this research aims to provide information to current and future stakeholders to have input in deciding whether to invest or not in the implementation of the crop.

This Thesis has done an exhaustive search of projects involved with *Jatropha* in the country (17), and analyzed them under three approaches: 1) Stakeholders institutional facts (institutional goal, motivation to work with *Jatropha*, the results to date); 2) Status of the crop (Environmental conditions, management and crop performance), 3) Socio-economic characteristics of owners of small scale crops. Whereupon it was concluded that *Jatropha* in most cases is used as a means to reach different purposes (valuation of degraded land, improve the environmental image of the institution, source of financing, alternative energy, and alternative source of agricultural production for farmers) but not the goal of any of the initiatives.

It was determined that the environmental conditions and terrain in much of initiatives are not optimal for crop development, as the poor management practices have influenced in the yield variation in the country and demonstrates that social criteria when establishing the crops, were stronger than the agroecological ones. This lack of technical criteria to select crop sites plus the use of a wild crop has generated uncertainty in the projects implemented, which has been reflected in the abandonment of six crops in the country.

The small-scale stakeholders have been involved with the crop by incentives and present the highest incidence of neglect mainly because they didn't receive income in the short term. Covering 9 cooperative initiatives with 60 families involved. These producers have been involved with the cultivation by providing incentives and not receive income in the short term have largely abandoned the plantations. Initiatives that still are managing the *Jatropha* crops have failed to process and market the oil, because they are stuck in a testing phase and the perspectives for the formation of the supply chain of biodiesel from *Jatropha* oil are scarce. Therefore three scenarios were developed crop development based on the current situation.

Keywords: *Jatropha curcas*, performance, stakeholders, perspectives, abandonment, testing phase, wild, scenarios.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Relación entre preguntas de investigación y objetivos	3
Cuadro 2. Rendimientos de semilla de Jatropha según localidades.....	7
Cuadro 3. Plagas y enfermedades del Jatropha, agentes casuales y efecto en Costa Rica.....	10
Cuadro 4. Descriptores agronómicos para Jatropha curcas	11
Cuadro 5: Costos estimados de inversión por parcela de Jatropha	12
Cuadro 6: Comparación de objetivos institucionales entre los actores involucrados	31
Cuadro 7: Comparación del papel de la Jatropha para los actores involucrados	32
Cuadro 8: Comparación de resultados obtenidos entre los actores involucrados	33
Cuadro 9. Cuadro resumen de objetivos y resultados de las iniciativas	34
Cuadro 10: Descripción de variables de medición/observación en las parcelas	41
Cuadro 11: Cuadro de conversiones entre medidas de producción de Jatropha	42
Cuadro 12: Cuadro de rendimientos de parcelas en Talamanca	46
Cuadro 13: Detalle de las plantaciones y rendimientos en kg de semilla seca por plata, para las iniciativas de Costa Rica	60
Cuadro 14: Cuadro de características analizadas en las familias de Puriscal y Talamanca....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de Jatropha en estado natural	5
Figura 2: Maduración de frutos de Jatropha	5
Figura 3: Relación entre edad y rendimientos de semilla seca	9
Figura 4: Mapa del área de estudio	15
Figura 5: Mapa de distribución de Jatropha en Costa Rica.....	18
Figura 6: Línea de tiempo de las iniciativas de Jatropha en Costa Rica	19
Figura 7: Mapa precipitación promedio anual en plantaciones de Jatropha	56
Figura 8: Evidencia de hongos afectando las plantas de Jatropha	56
Figura 9: Deficiente manejo de malezas	57
Figura 10: Diferencia entre planta manejada con y sin podas	58
Figura 11: Entrevista a jefes de hogar.....	63
Figura 12: Discusión entre actores involucrados con Jatropha en Costa Rica.....	69

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CAC Abangares	Centro Agrícola Cantonal Abangares
CIMAR	Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología
COOPEAGRI	Cooperativa de Agricultores de Perez Zeledón
COOPEAGROPAL	Cooperativa de Productores de Palma de Aceite
COOPEDOTA	Cooperativa de Caficultores de Dota
COOPEPURISCAL	Cooperativa Agroindustrial y de servicios múltiples de Puriscal
COOPETALAMANCASOS	Cooperativa Talamanca Sostenible
COOPEVAQUITA	Cooperativa de Autogestión Agropecuaria y de Servicios Múltiples de La Vaquita.
DED	Servicio Alemán de Cooperación
EEAFBM	Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno
FACT	Fuels From Agricultura in Communal Technology
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEDECAC	Federación de Centros Cantonales
GPS	Global Positioning System
HIVOS	Humanist Institute for Development Cooperation
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IDA	Instituto de Desarrollo Agrario
IEA	Agencia Internacional de Energía
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Costa Rica
ITCT	Instituto Tecnológico de Costa Rica
MAG	Ministerio de Agricultura de Costa Rica
MINAE	Ministerio del Ambiente y Energía
RECOPE	Refinería Costarricense de Petróleo

UCR	Universidad de Costa Rica
UNA	Universidad Nacional
Dap	Diámetro a la altura del pecho
cm	Centímetros
m	Metros
mm	Milímetros
Ha	Hectáreas
Kg	Kilogramos
T	Toneladas
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
pH	Potencial de Hidrógeno
pl	Plantas

1 INTRODUCCIÓN

La especie forestal *Jatropha curcas* (Tempate) es una planta oleaginosa perteneciente a la familia de las Euphorbiaceas, la cual produce un aceite usado para la producción de biocombustible. En los últimos años esta planta ha tomado gran importancia y genera interés en muchos actores en el campo de la bioenergía y otros relacionados. La principal razón de este interés se debe a las atribuciones que se le ha dado a la planta, como el desarrolla en áreas degradadas, mejora la fertilidad de los suelos, alto rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades (Francis 2005, Zahawi 2005), mejora la economía local (Achten *et al* 2009) entre otras.

Estas características, antes de ser estudiadas efectivamente, han sido utilizadas para promocionar el cultivo por empresas a nivel internacional (Jatrophacurcas 2012; jatrophacurcasweb 2012; Jatropha 2012) y nacional (GreenAcres 2012; GFE Global 2012) generando así falsas expectativas y desilusiones en proyectos enfocados a la comercialización del cultivo.

En el ámbito internacional, la *Jatropha* fue promocionada en los 70 antes de caer en olvido y de reaparecer en el 2000. Para el 2008 ya existían 900 000 ha aproximadamente, de las cuales el 85% fue plantado en Asia, 13% en África y el resto en América Latina (Brittaine & Lutaladio 2010). Actualmente en India, siendo uno de los países líderes en plantaciones de *Jatropha*, no ha tenido el éxito esperado, presentando un 85% de deserción de los agricultores involucrados (Axelsson & Franzen 2010). México es otro ejemplo, en su proyecto para producción de biocombustibles llevado a cabo en Chiapas. Las plantaciones presentaron un desarrollo y rendimientos bastante bajo, lo cual llevó a la pérdida de interés de los agricultores y abandono de las plantaciones (Padilla *et. al.* 2011). En Nicaragua en el departamento de León, actualmente existen solamente 30 ha de *Jatropha* de las mil ha sembradas en 1995. Luego del abandono de las plantaciones por parte de los agricultores, el Servicio Alemán de Cooperación (DED) en el 2007 tomó bajo su asistencia técnica los remanentes del proyecto. Los mismos que hicieron una reestructuración del enfoque, en el cual ya no producirían biodiesel, sino promueven el uso del aceite sin procesar en motores estacionarios (Mittelbach 2010).

En el caso de Costa Rica, hace 6 años iniciaron los proyectos de *Jatropha* con distintos enfoques. Según Cifuentes y Fallot (2009) en el 2009 existían 45 actores involucrados en el desarrollo del cultivo, en su mayoría pequeños productores y cooperativas agrícolas. Este número ha decrecido significativamente hasta la actualidad ya que muchos han perdido continuidad.

A pesar de la disminución de los actores involucrados, la *Jatropha* sigue siendo utilizada en los discursos políticos como medio para la obtención de energía limpia en el país y se encuentra en el Programa Nacional de Biocombustibles, como alternativa para la producción de biocombustible de primera generación en el país, junto con la palma aceitera, higuera, yuca industrial, caña de azúcar y el sorgo (MAG-MINAE 2008).

Analizando las experiencias nacionales e internacionales, se ha observado un ciclo de ilusiones-desilusiones en proyectos de *Jatropha*, por lo cual es necesaria una sistematización de las experiencias en el país, para evitar que se continúe con esta tendencia. Razón por la cual se desarrolla la presente investigación, la misma que mediante el análisis de los actores involucrados y el desarrollo que han tenido, invita a pensar en el rol de la *Jatropha* en los planes del país en cuanto a sus usos del suelo y de su sector energético.

Para lograr un adecuado análisis de la experiencia con *Jatropha* en el país, se hizo una búsqueda exhaustiva de los proyectos involucrados con el cultivo. Estos fueron analizados bajo 3 enfoques: 1) Factores institucionales de los actores (objetivo institucional, motivación para trabajo con *Jatropha*, los resultados obtenidos hasta la fecha); 2) Situación del cultivo (Condiciones biofísicas, de manejo y de rendimiento de las parcelas); y 3) Características socioeconómicas de los propietarios de parcelas a pequeña escala.

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1.1 Objetivo general

Analizar el estado actual de las iniciativas de *Jatropha curcas* (Tempate) en Costa Rica y perspectivas del cultivo según los avances logrados.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar las iniciativas enfocadas al desarrollo y manejo de *Jatropha* en el país.
- Analizar el desarrollo que han tenido las plantaciones en rendimiento de semilla y producción de aceite, en base a las condiciones y prácticas de manejo que se les ha dado.
- Determinar las características socioeconómicas de los propietarios de parcelas de *Jatropha* a pequeña escala en el país.
- Analizar las perspectivas para el cultivo en el país en base a la situación actual del cultivo.

1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Para lograr los objetivos propuestos anteriormente nos hemos planteado las siguientes preguntas de investigación:

Cuadro 1: Relación entre preguntas de investigación y objetivos

Objetivos específicos	Preguntas de investigación
<p>1. Identificar y caracterizar las iniciativas enfocadas al desarrollo y manejo de Jatropha en el país.</p>	<p>1.1. ¿Cuáles son las iniciativas de fomento de Jatropha en el país?</p> <p>1.2 ¿Cuál es el interés de cada iniciativa respecto a la Jatropha?</p> <p>1.3 ¿Cuál son los resultados que han obtenido las iniciativas?</p>
<p>2. Analizar el desarrollo que han tenido las plantaciones en rendimiento de semilla y producción de aceite en base a las condiciones y prácticas de manejo que se les ha dado.</p>	<p>2.1. ¿Cuánto producen las plantaciones de Jatropha en Costa Rica?</p> <p>2.2. ¿Cuáles son las condiciones ambientales y de manejo en las que se desarrollan las plantaciones?</p>
<p>3. Determinar las características socioeconómicas de los propietarios de parcelas de Jatropha a pequeña escala en el país.</p>	<p>3.1 ¿Que características socioeconómicas fueron determinantes para el involucramiento de dichos actores?</p>
<p>4. Analizar las perspectivas para el cultivo en el país en base a la situación actual del cultivo.</p>	<p>4.1 ¿Cuáles son las principales limitantes para el desarrollo de la cadena productiva de Jatropha en el país?</p> <p>4.2 ¿Cuáles son las perspectivas del cultivo para Costa Rica?</p>

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Costa Rica y la producción de biocombustibles

La producción de biocombustibles en el país no es algo nuevo, entre los años 2000 y 2003 hubo esfuerzos aislados de promoción del biodiesel por parte de los productores de palma, que motivaron al Gobierno a realizar gestiones para promover el uso del biodiesel. Este esfuerzo se centró en la promulgación de lineamientos para el desarrollo de los biocombustibles provenientes de fuentes renovables de energía. Posteriormente se plasmaron en la publicación de dos decretos que crearon: la Comisión del Etanol Anhidro y la Comisión de Biodiesel (MAG-MINAE 2008).

En el 2007 mediante el Decreto Ejecutivo No. 33357 MAG-MINAE se establece una sola Comisión de Biocombustibles, con el fin de impulsar el uso de los biocombustibles en el país (MAG-MINAE 2008). Posteriormente Costa Rica se fija la meta de compensar la totalidad de sus emisiones de carbono y de convertirse en el primer país carbono neutral del mundo en el año 2021. Para lo cual la *Jatropha* se presenta como una especie propicia por su capacidad para la reducción de emisiones a través de la incorporación de carbono al suelo y la reducción de emisiones a través de la producción de combustible de materia orgánica.

Posteriormente, en el 2008 se crea el Programa Nacional de Biocombustibles, en el cual la *Jatropha* forma parte de diversos cultivos propuestos como alternativa para la producción de biocombustible de primera generación en el país (MAG-MINAE 2008).

A través del Programa Nacional, en el mismo año, se crea el PIITA-Biocombustibles, instancia que tiene el fin de promover, priorizar, elaborar proyectos, buscar financiamiento, capacitación, intercambio de información, entre otros temas relacionados con los biocombustibles en el país.

2.2 *Jatropha curcas*

2.2.1 Información botánica

La *Jatropha curcas* L. (Figura 1) pertenece a la familia de las Euphorbiaceas (Achten *et al.* 2008), es una especie originaria de la región mesoamericana, pero se ha naturalizado en Asia y África (Heller, 1996). Es un arbusto que puede alcanzar hasta 5 ó 6 metros de altura con un máximo de 8 metros (CATIE, 2001)



Figura 1. Planta de Jatropha en estado natural

La planta de Jatropha es decidua que puede iniciar la producción de frutos desde el primer año de siembra, pero no es hasta el cuarto o quinto año de edad llega a su máximo de producción (Montes 2008, Alfonso 2008, Jongschaap *et al.* 2007). La planta lleva más flores masculinas que femeninas, con una relación masculinas-femeninas de 29:1 (Brittaine & Litaladio 2010). La maduración del fruto ocurre 90 días después de la floración, proceso en el cual los frutos se tornan amarillentos (Figura 2), café al secarse. Contienen en su gran mayoría 3 semillas de color negro y forma oblonga (Heller, 1996).



Figura 2: Maduración de frutos de Jatropha

2.2.2 Factores agroclimáticos y su problemática para la estimación de rendimientos agrícolas de *Jatropha*

Según Achten *et al.* (2008) uno de los principales déficits de conocimiento de dicha especie son las propiedades ecológicas y agronómicas del cultivo, como: condiciones de crecimiento, capacidad de respuesta de entrada de la producción de biomasa, y el rendimiento de semilla. Un mecanismo utilizado para evaluar esos factores son las ecuaciones alométricas, pero en el caso de la *Jatropha* no existen ecuaciones validadas para hacer estimaciones correctas. Ghezehei *et al* (2011), obtuvo ecuaciones alométricas adaptadas para las condiciones de Sudáfrica pero únicamente sirven para estimar la biomasa aérea y subterránea de la planta, no para predecir directamente rendimientos.

En la literatura no existe uniformidad al reportar datos de rendimiento, ya que no siempre es claro si la información se refiere a la producción medida del total de arboles en una hectárea o producción basada en extrapolaciones a partir de uno o pocos individuos. O si es producción en un determinado año o en base a varios; e inclusive cuando se detalla la producción, no se sabe si se refiere al peso del fruto entero o de la semilla ya extraída. Otros factores importantes para entender el rendimiento de la especie y que tampoco se incluye en la mayoría de reportes, es la edad de las plantaciones, así como las condiciones del sitio.

A más de ese déficit de información, un factor que complica el entendimiento del desarrollo y rendimiento de la *Jatropha*, es la incertidumbre que existe en la información disponible, debido a que las cifras reportadas son en su mayoría en las primeras etapas de la plantación y presentan una gama muy amplia de rendimiento (0,4 t/ha/año hasta 12 t/ha/año (Openshaw 2000). En el cuadro 2 podemos observar la gran variabilidad que existe en los rendimientos reportados por distintos autores según sus localización, precipitación y edad de la plantación.

Se han escogido algunas referencias de literatura científica dando preferencia a zonas relativamente cercanas a Costa Rica y condiciones de pluviosidad similares. Los factores de pluviosidad y edad fueron escogidos porque según la investigación realizada son factores que tienen mucha incidencia con el rendimiento de la *Jatropha*.

Cuadro 2. Rendimientos de semilla de *Jatropha* según localidades

Referencia		Localización	Precipitación promedio anual	Edad	Producción	
Fuente primaria	Fuente secundaria				Kg/árbol/año	Kg/ha/año
Foild 1996		Nicaragua	1200	2		2327
				3		2728
	citado en Heller 1996			4		3484
				5	4.5	5000
Tobin J 2005.					4.5	5000
Matsuno <i>et al.</i>	citado en Heller 1996	Paraguay	1370	3		100
				4		700
				5		1000
				6		2000
				7		3000
				8		4000
				9		4000
Sotolongo <i>et al.</i> Sf		Cuba		6		2500
Martin y Mayeux (1984)	citado en Heller 1996	Madagascar	1370		3.25	
Martin y Mayeux (1984)		Cape Verde	600		0.8	
Naigeon (1987)		Cape Verde	220			1750
Silveira (1983)		Cape Verde	220			500
Stienswat <i>et al.</i> (1986)		Tailandia	1470	1	0.32	794
Sukarin <i>et al.</i> (1987)		Tailandia	1470	1	0.06	
Mattana Saturnino <i>et al.</i> 2005		citado en Jongchaap <i>et al.</i> 2007	Brasil		0.9	
				0.7		56
				1		335

El rendimiento de la planta de *Jatropha* depende de las características del sitio (precipitación, tipo de suelo y fertilidad del suelo) (Francis *et al* 2005), la genética, edad de la planta y manejo (método de propagación, el espaciamiento, poda, la fertilización, riego, etc) (Achten *et al* 2008), información que en la mayoría de las investigaciones no se ve reportado.

2.2.3 Factores que afectan el rendimiento

2.2.3.1 Precipitación

Uno de los factores más importantes para el desarrollo, crecimiento y producción de las plantas de *Jatropha* es la precipitación de la zona, siempre que el nivel de nutrientes sea suficiente, la producción será una función de la disponibilidad de agua, especialmente en los trópicos (Openshaw, 2000).

En el estudio de Abdrabbo (2008) se demuestra que la tasa promedio de consumo de agua de la *Jatropha* es de 6 litros por semana a lo largo de la época de crecimiento. Significa que la *Jatropha* puede sobrevivir bajo requerimientos mínimos de agua en comparación con otros cultivos. Pero para tener una producción óptima es necesario una precipitación entre 1200-1500 mm bien distribuidos a lo largo del año (Jongchaap *et. al.* 2007).

Con un promedio de precipitación anual entre 900-1200 mm, se estima que se puede llegar a tener una producción de 5 toneladas de semilla seca por hectárea por año (Francis 2005 y Foidl 1996). Siempre y cuando existan buenas condiciones de suelo y buenas prácticas de manejo, factores que se describen en las secciones siguientes.

La *Jatropha* ha sido observada en condiciones de 3 000 mm de lluvia, pero a mayores precipitaciones aumentan la probabilidad de ataque de hongos y restringir crecimiento de las raíces (Foidl 1996).

2.2.3.2 Suelo

La planta puede crecer en una amplia gama de suelos pero su mejor desarrollo se da en suelos arenosos o de grava con buena aireación (Foidl *et al* 1996). Esto debido a que la *Jatropha* no puede tolerar humedad permanente (inundaciones o encharcamientos) durante períodos largos (máximo una semana). Al encontrarse en estas condiciones no adecuadas, la conductividad del agua en las raíces disminuye y ocasiona que las hojas se sequen, lo cual reduce el intercambio de gases y a su vez disminuye el rendimiento de la planta (Gimeo *et.al.* 2011).

La profundidad del suelo debe ser de al menos 45 cm y la pendiente de la superficie no debe superar los 30°. La especie tiene bajos requerimientos nutricionales, pero el pH del suelo debe estar entre 5,5 y 8,5, bajo condiciones más ácidas o alcalinas, el crecimiento de la *Jatropha* será limitado (Achten *et al.* 2008 & FACT 2010).

Se adapta bien a suelos con bajo contenido de nutrientes, pero en ese caso, el crecimiento y la producción son limitadas. A mayor contenido de nutrientes, mayor será su desarrollo y producción, es por eso que con el fin de apoyar una alta producción de biomasa, el cultivo muestra una alta demanda de nitrógeno y la fertilización con fósforo (Achten *et al.* 2008).

2.2.3.3 Edad

Dependiendo de las condiciones en que se encuentra la planta, a partir del primer año de siembra la planta de *Jatropha* puede iniciar su producción. Pero es hasta el cuarto a quinto año de edad cuando llega a su máxima productividad y continua constante su producción hasta los 50 años (Montes 2008).

Achten *et. al.* (2008), mediante una recopilación de información en distintos países, elaboró una grafica (Figura 3) donde indica una tendencia positiva en la influencia de la edad para la producción de semillas de la *Jatropha*.

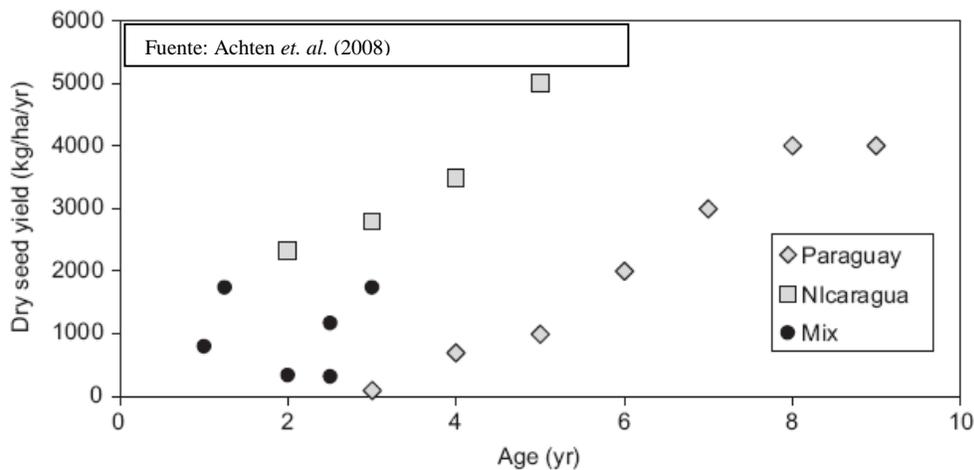


Figura 3: Relación entre edad y rendimientos de semilla seca

2.2.3.4 Plagas y enfermedades

En la bibliografía se menciona que la *Jatropha* presenta poca incidencia de plagas y enfermedades (Openshaw 2000 & Giibitz et al 1999), y se le atribuye dicha característica a sus altos niveles de toxicidad (Openshaw 2000). Estas afirmaciones han sido criticadas y desmentidas por evidencia empírica en el campo, que demuestra que la *Jatropha* así como la mayoría de las plantas, son susceptibles a muchas plagas y enfermedades (Shanker & Dhyani 2006).

Al hablar de los efectos que las plagas y enfermedades tienen sobre el cultivo tenemos varias dependiendo de su agente. Entre las principales tenemos: muerte de las plantas, defoliación, marchites de frutos, pudrición / secado de las ramas, decoloración de las hojas que no permite que aproveche la luz, entre otros (Padilla & Monterroso 1999).

Para el caso de Costa Rica, las principales plagas y enfermedades observadas son las siguientes:

Cuadro 3. Plagas y enfermedades del *Jatropha*, agentes casuales y efecto en Costa Rica.

Plaga	Agente causal	Efecto
Hormigas zampopas	<i>Atta cephalotes</i>	Defoliación total
Ácaro blanco	<i>(Plyphagatarsonemus latus)</i>	Deformación y coloración bronceada de las nuevas hojas. Por ende no produce ni flores ni frutos
Cochinilla blanca	<i>Pseudococcus</i> sp.	Amarillamiento de las nuevas hojas. Atrae hongos y hormigas.
Chinche	<i>Pachycoris Klugii burmeister</i>	Chupa y pudrición de los frutos. Defoliación.
Barrenador de tallo	<i>Lagocheirus undatus</i>	Perfora los tallos y menor producción de frutos
Trips	Orden Thysanoptera	Deformación y caída de hojas y flores lo cual conlleva a un menor rendimiento
Enfermedades	Agente causal	Efecto
Antracnosis	<i>Colletotrichum</i> sp	Manchas necróticas en las hojas. Causa defoliación
Mancha angular	<i>Xanthomonas</i> sp.	Manchas marrón oscuro en las venas.
Pudrición de raíces y base del tallo	<i>Phytium, Fusarium y Phytophthora</i> sp.	Muerte de la planta por pudriciones radicales

Fuente: Loaiza *et al.* (2012)

2.2.4 Estimación de rendimientos en base a descriptores agronómicos

Como se menciona en el tema anterior, la producción de *Jatropha* se ve afectada por diversos factores. Por la cual se ha considerado importante en la presente investigación usar descriptores agronómicos específicos para la especie, los cuales servirán para estimar el rendimiento esperado de las plantaciones en el país.

La Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias (REDPA) ha identificado descriptores botánicos para la especie forestal *Jatropha*, los mismos que son agrupados en componentes de producción y características agronómicas (Cuadro 4). Los componentes de producción, representan variables primarias que influyen directamente en el producto económico (granos o aceite) de la planta. Las características agronómicas son las medidas secundarias de la planta que interfieren indirectamente en los componentes de producción e influyen en la diferenciación entre cultivos

(REDPA 2009). Dichos componentes fueron usados en el presente trabajo para la estimación de rendimientos.

A continuación se presenta una tabla de los descriptores seleccionados:

*Cuadro 4. Descriptores agronómicos para *Jatropha curcas**

Descriptores agronómicos para <i>Jatropha curcas</i>
Descriptores
Componentes de rendimiento
Número de ramas
Número de racimos (en flores y frutos)
Número de frutos
Características Agronómicas
Altura de plantas
Diámetro del tallo
Enfermedades

Fuente: REDPA 2009 y Machado 2011

2.2.5 Actividades necesarias para el establecimiento y manejo del cultivo

2.2.5.1 Preparación del terreno y siembra

La mejor época para preparar el terreno y plantar es al terminar la época seca y al inicio de las lluvias, cuando el suelo está húmedo y se tiene agua disponible. Se puede comenzar a plantar varias semanas o hasta un mes antes de la temporada de lluvias. El terreno debe quedar completamente libre de vegetación y con hoyos de no menos de 45 cm. La separación depende del tipo de cultivo que se vaya a hacer (FACT 2010), es decir, en la preparación del terreno y siembra no presenta diferencias con otros cultivos.

Los costos estimados para la preparación y siembra son variados dependiendo del tipo de insumos que se le aplique. Para el caso de las parcelas de Puriscal en Costa Rica, los costos oscilan por los 515.000 Colones (1.030 \$), con un rubro de mano de obra que representan el 39% de los gastos de la implementación de las parcelas. A continuación se presentan los rubros establecidos por el proyecto:

Cuadro 5: Costos estimados de inversión por parcela de *Jatropha*

Costos de Inversión Estimados	
Análisis de suelo	10.000
Alambre de puas	30.000
Imprevistos	50.000
Químicos	70.000
Semillas	70.000
Fertilizantes	85.000
Mano de obra	200.000
TOTAL	515.000

Fuente: COOPEPURISCAL 2011

2.2.5.2 Fertilización

Como se menciona anteriormente, la planta de *Jatropha* se adapta a suelos con bajo contenido de nutrientes (Heller 1996), pero para obtener una cantidad alta de biomasa (Madera, frutos, flores, etc), el cultivo tiene una alta demanda de fertilización con nitrógeno y fósforo (Achten *et al* 2008 & Foild *et al* 1996). Una buena fertilización puede aumentar la semilla y el rendimiento de aceite (Achten *et al* 2008).

En el ensayo realizado por Suriharn *et al.* (2011), en Tailandia, se midió el efecto de la fertilización y las podas sobre el desarrollo y rendimiento de la planta. Se concluyó que la aplicación de fertilizantes a una tasa de 312,5 kg / ha produjo el mayor desarrollo y rendimiento de la planta, a diferencia de la aplicación de fertilizantes a una tasa de 625 kg / ha, el cual tuvo un rendimiento deprimido. La no aplicación de fertilizantes dio el menor rendimiento de los 3 ensayos. Los resultados de este estudio apoyan las teorías de otros estudios sobre la importancia de la aplicación de fertilizantes para aumentar el rendimiento en la *Jatropha*.

2.2.5.3 Deshierbe o limpieza

La *Jatropha* sobrevive cubierta por la maleza, pero con un crecimiento y la producción de frutas bastante deprimidos. Para tener mayor desarrollo es necesario mantener los campos libres de malas hierbas. La frecuencia depende del crecimiento de las malezas, en el caso de las plantaciones a pequeña escala (menores a 1 ha) 1 persona, podría ser suficiente para mantener el terreno libre de malas hierbas (FACT 2010).

Durante el primer año de la plantación, la limpieza se realiza en forma manual utilizando un machete, con una frecuencia trimestral. Para disminuir estos costos en algunos lugares, se planta la *Jatropha* en asociación con otros cultivos que a más de proporcionar ingresos extras, ayudan a impedir el crecimiento de maleza. A partir del primer año la limpieza se puede realizar con menos frecuencia (Alfonso 2008).

2.2.5.4 Poda

En plantaciones de *Jatropha*, la poda se presenta como una intervención importante para el cultivo, ya que ayuda a la producción de más ramas y a estimular una buena y saludable inflorescencia, para de esta manera mejorar el rendimiento de las semillas. Al final del primer año, las ramas secundarias y terciarias deben ser podadas para inducir a la producción de más ramas. Durante el segundo año cada rama lateral debe ser podada hasta dos tercios de la parte superior y todas las podas deben hacerse en el período seco (Achten *et al.* 2008).

En el ensayo de Soumit *et al* (2008) en el cual evaluó la respuesta de la planta bajo diferentes tipos de prácticas, se identificó como primordial la poda dentro de las etapas de mantenimiento de la planta. Recomienda hacerla a una altura de 30 cm para optimizar el número de ramas laterales y la arquitectura general de la planta.

Según el manual del cultivo de *Jatropha* para Honduras (Alfonso 2008), se realizan 2 tipos de podas:

1. La poda de formación: Se realiza dos meses después del trasplante o siembra directa, se corta la parte apical de la planta a 35 ó 45 cm. de altura.
2. La poda de mantenimiento: Esta práctica tiene como propósito mantener la planta en un tamaño que haga eficientes las diferentes labores de campo, en este caso la plantación debe mantenerse a una altura que no sobrepase los 2.0 m.

2.2.5.5 Cosecha

Según la fundación FACT, uno de los principales obstáculos para la producción de aceite de *Jatropha*, son los costos relativamente altos de la cosecha, debido a numerosos factores:

- La fruta madura durante un largo período, lo que requiere la recolección semanal durante muchos meses al año.
- La maduración desigual de la fruta.
- El fruto de *Jatropha* sólo pueden ser recogidos a mano. Esto requiere una gran cantidad de tiempo, ya que cada fruta es pequeña.

La recolección por persona según el manual de cultivo de la fundación FACT es de 48 kg semilla /día en Brasil, 64 en Nicaragua y 40 en Honduras.

A pesar de la dificultad de lograr una cosecha mecanizada, actualmente se están analizando algunas técnicas que se puedan adaptar a las características del cultivo. Las principales según la fundación FACT son los siguientes:

- **Agitadores:** Un sistema de agarre mecánico se sujeta del tronco y luego se agita de modo que todas las frutas maduras caen. Para el caso de Costa Rica, son pocas las plantaciones a gran escala que existen y podrían usar este tipo de maquinaria. Además es costo implicaría dificultad de acceso para los agricultores. Además gran parte de las

plantaciones se encuentran en zonas con pendientes lo cual dificultaría el acceso a la maquinaria.

- **Rastrillo:** las ramas son rastrilladas y toda la fruta es quitada de las ramas. Esta es una técnica de cosecha que podrían acceder con mayor facilidad los agricultores, pero el problema es que extrae indistintamente frutas maduras así como las que se encuentran en proceso de maduración.
- **Redes para prevenir la caída de frutos en el suelo:** Estas redes evitan que el fruto se golpee al momento de la caída y se descomponga en el suelo. En el caso de los agricultores de Costa Rica, los agricultores no han adoptado ni siquiera el cultivo. El pensar que adoptaran este tipo de tecnologías implicaría mayores inversiones y tiempo para los mismos, lo cual se ve poco factible de realizar.

2.3 Análisis de la revisión de literatura

Al hacer la recopilación de información respecto a la botánica de la planta, no fue posible hacerlo con estudios hechos en Costa Rica. Esto demuestra lo poco estudiado que es el cultivo en el país o bien una falta de difusión de la información obtenida por políticas de confidencialidad de las iniciativas. La mayor información obtenida a nivel local es respecto al manejo de las plagas que presente el cultivo.

La mayor deficiencia encontrada sobre el cultivo es respecto a la producción de la planta, debido a las diferentes respuestas que puede tener en base a las condiciones en las que se encuentra la plantación. En el país no se han hecho análisis de rendimientos debido a que la mayor parte de las plantaciones se encuentra en corta edad de desarrollo y ninguna ha hecho publicación de sus resultados.

Tomando en cuenta lo mencionado, es clara la importancia de analizar a nivel local aspectos en los que existe incertidumbre en el país como las condiciones en las cuales se desarrollan las plantaciones de *Jatropha* en el país y los rendimientos que presentan en base a dichas condiciones. Para lo cual hemos expandido el área de estudio tomando en cuenta todo el territorio nacional, el cual se describe en la siguiente sección.

3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El desarrollo de esta tesis se ha llevado a cabo en todo el territorio de Costa Rica, zonas donde se encuentran distribuidas las plantaciones de *Jatropha* (Figura 4). Las parcelas se encuentran distribuidas en la región del Pacífico Norte, el Pacífico Central y la Zona Sur. Otras pocas plantaciones se encuentran en la Zona Norte (San Carlos y Los Chiles) y en la Zona Atlántica en Talamanca.

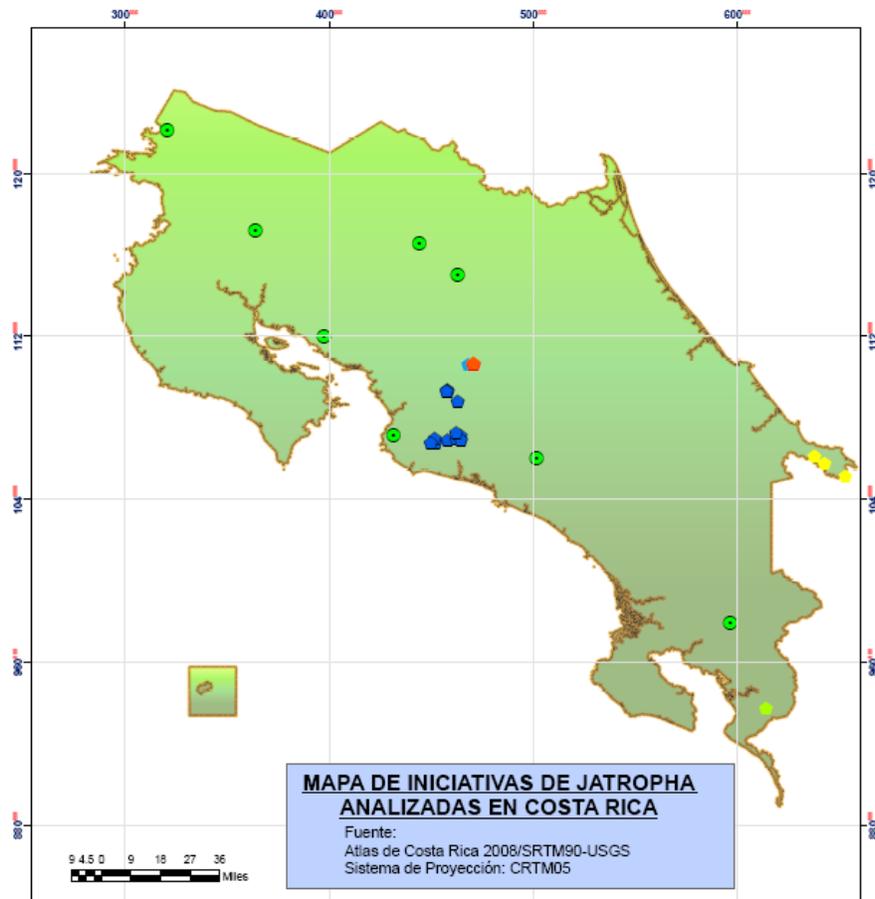


Figura 4: Mapa del área de estudio

En base a la investigación planteada, dividimos el trabajo en los 4 objetivos específicos, los cuales se describen a continuación representados por cada uno de los capítulos siguientes:

4 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS INICIATIVAS

En Costa Rica desde hace aproximadamente 6 años se ha establecido plantaciones de *Jatropha*, con el fin de ser usadas a futuro para la producción de biodiesel a pequeña, mediana y/o gran escala dependiendo de cada caso. Con el pasar de los años, la incorporación de nuevos actores en el contexto de la *Jatropha* fue disminuyendo y las iniciativas existentes abandonaron sus plantaciones por diversos motivos, entre ellos, el uso excesivo de mano de obra, poca o nula productividad, pérdida de interés, entre otras.

Con estos antecedentes, y los identificados en la sección de revisión de literatura sobre la deficiencia de conocimientos locales generados respecto a producción en base a condiciones locales, es necesaria una sistematización de las experiencias en el país. Para lo cual se analizó para cada actor el objetivo general/institucional, el rol de la *Jatropha* dentro de ese objetivo institucional, los objetivos específicos de la *Jatropha* y, los resultados que se han obtenido hasta el momento.

Este capítulo primeramente hace una descripción de la metodología utilizada para recopilar la información y posteriormente presenta los resultados obtenidos y una discusión de los mismos.

4.1 METODOLOGÍA PARA CARACTERIZAR LAS INICITIVAS

4.1.1 Identificación de iniciativas

La identificación de las iniciativas se la hizo en base a los actores identificados en el estudio realizado por Cifuentes y Fallot (2009) titulado “Estado actual del cultivo de *Jatropha curcas* L. en Mesoamérica”. Luego fue actualizado con las iniciativas recientes en base a una entrevista llevada a cabo con Jesús Hernandez, miembro del programa PITTA (Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria)-Biocombustible del MAG, programa que ya no continúa activo.

Con esta información recopilada se identificaron 17 instituciones o empresas que estuvieron o están actualmente involucradas en el cultivo de *J. curcas* en Costa Rica.

4.1.2 Sistematización de información

4.1.2.1 Recopilación de información

Luego de ser identificadas las iniciativas, se sistematizó información institucional mediante información de sitios web oficiales, reportes presentados y publicaciones en general. La información recopilada se la completó con entrevistas con los encargados de las diversas iniciativas, en algunos casos se las hizo de manera personal y en otros telefónicamente dependiendo de la accesibilidad a

cada una de las plantaciones. En la entrevista se abarcó aspectos generales sobre la iniciativa, razón del involucramiento con la *Jatropha*, y resultados actuales (Anexo 2).

4.1.2.2 Caracterización de las iniciativas

A partir de la información recopilada, se elaboró una descripción de cada una de las iniciativas tomando los aspectos relevantes para la investigación. Posteriormente mediante un análisis comparativo se analizaron la interacción entre los actores sobre aspectos como: objetivo institucional, papel de la *Jatropha* dentro del objetivo institucional, objetivo específico de la *Jatropha* y los resultados obtenidos. En base la comparación entre los objetivos y logros de los actores, se hizo un análisis de la situación actual del cultivo en el país.

4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE INICIATIVAS

4.2.1 Identificación de iniciativas

Los proyectos de *Jatropha* en el mundo han tenido un ciclo bastante definido, en el cual los gobiernos y entidades promotoras fomentan la expansión de plantaciones y luego de varios años de trabajo, los agricultores abandonan los cultivos. Costa Rica no es la excepción, mediante la creación por parte del gobierno de Costa Rica de la comisión de Biocombustibles y a su vez el Programa Nacional de Biocombustibles, se inició por parte del gobierno a iniciar a trabajar en el campo agroenergético en el país.

En base a la investigación realizada, se identificaron 17 actores involucrados, o que pretendieron involucrarse con plantaciones de *Jatropha*. De esos, 13 llegaron a establecer las plantaciones (Figura 5).

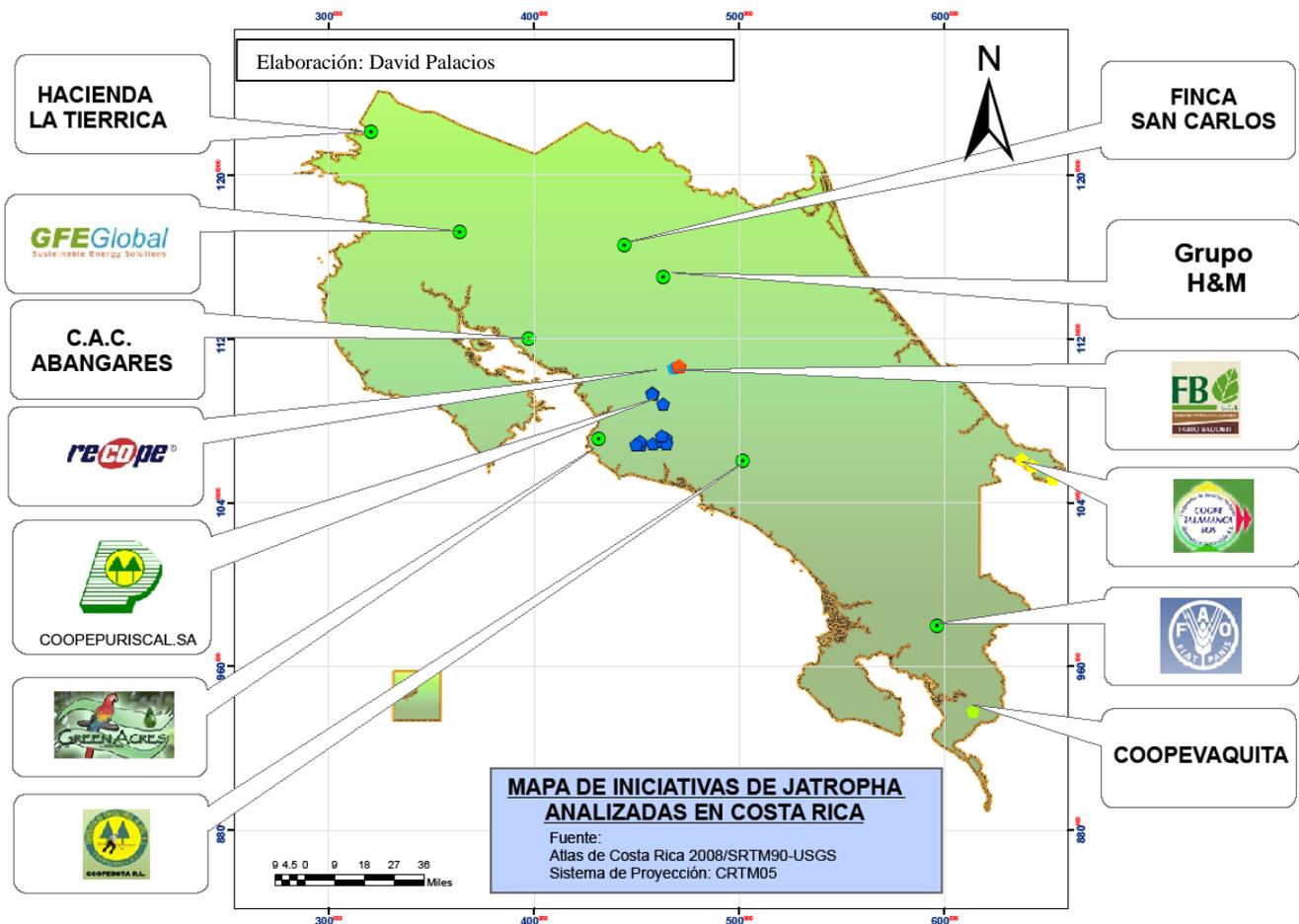


Figura 5: Mapa de distribución de *Jatropha* en Costa Rica

Actualmente 8 iniciativas continúan manejando las plantaciones, pero son ensayos relativamente recientes, ya que no tienen más de 6 años de iniciadas (Figura 6).

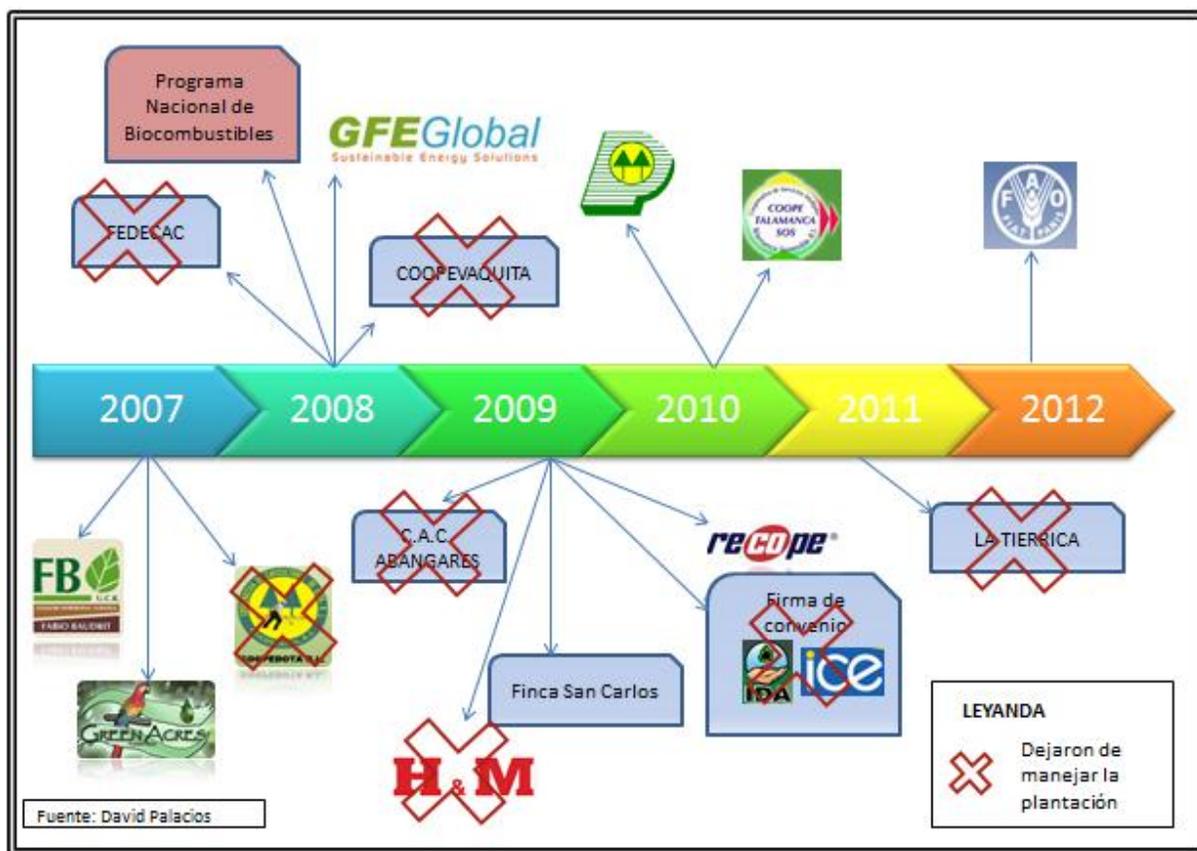


Figura 6: Línea de tiempo de las iniciativas de Jatropha en Costa Rica

Al igual que los casos reportados en África (Axelsson & Franzen 2010), México (Padilla *et al.* 2011) y Nicaragua (Mittelbach 2010) el fracaso de las iniciativas de Jatropha se debe a bajo desempeño de las plantaciones y poco o nulo ingreso generado a las familias o actores involucrados con el cultivo.

Una vez identificadas las iniciativas, se hizo una descripción de cada una, la cual se presenta a continuación.

4.2.2 Caracterización de iniciativas

4.2.2.1 Green Acres Costa Rica (C-Fela)

Lugar: Puntarenas, Tárcoles

Establecimiento de la plantación: 2007 hasta la actualidad

Descripción: La compañía fundada por Eduardo Acosta y Daniel Yopez inició en 2007 como una iniciativa privada de promotores de bienes raíces buscando dar valor a tierras degradadas

de la zona costera (Yépez 2008¹). Por ser pionera y manejada de forma experimental y sistemática al nivel agronómico en una finca bastante grande (80 hectáreas), la experiencia llevo a promover el desarrollo de *Jatropha* y la producción de aceite para diferentes usos incluyendo combustibles, para lo cual adquiere el nombre de Costa Rica Seeds Company. Para dichas actividades, la compañía adquiere la maquinaria necesaria para extraer la semilla de las frutas cosechadas y una planta procesadora de aceite para la producción de biodiesel.

En el año 2009 Green Acres, participó en la creación de United Biofuels of America y fomentaron una red transnacional de actores de la *Jatropha* incluyendo académicos (principalmente en agronomía, de la Universidad de Florida), inversionistas y agricultores de Estados Unidos y el Caribe.

En el año 2009 efectuaron el primer intento de promoción del cultivo mediante un evento llamado “*Jatropha Harvest Experience (JHE)*” que tuvo como objetivo propagar el conocimiento del cultivo de *Jatropha* y la promoción de la estrategia “*GrowWin*”. Este es un paquete tecnológico que incluye estacas de *Jatropha* y un manual con las técnicas de manejo del cultivo (GreenAcres 2012).

Posteriormente con la separación de sus propietarios en 2010, JHE continúa llevando a cabo eventos, y actualmente está promocionado el “*Sustainable Energy Conference 2012*”, evento auspiciado por United Biofuels of America (UBA) con el mismo objetivo que las conferencias anteriores (*Jatropha Harvest Experience 2012*).

Por su parte Green Acres Costa Rica, se quedó con la finca y los equipos de procesamiento de semilla y aceite. Maneja un modelo de negocio en el cual vende paquetes de estacas para establecimiento de cultivos, botellas de 15 ml de aceite de *Jatropha* para usos medicinales y un manual de manejo del cultivo llamado “*GroWin*” (GreenAcres 2012). Según Acosta (2012)², la empresa también tiene un enfoque de investigación, ya que ha realizado ensayos con procedencias de distintas zonas en el país, así como de otros países, para determinar un material genético apto para cada zona del país. No tuvimos acceso a información sobre esa investigación durante nuestro trabajo de campo. Sin embargo al momento de restituir resultados de ese trabajo a todos los actores de la *Jatropha*, incluyendo a los que no colaboraron, obtuvimos algunos elementos.

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la empresa: El objetivo de la iniciativa fue cambiando en el tiempo, desde la valoración de tierras hasta la investigación y promoción del cultivo. Como se puede observar, la *Jatropha* no tiene ninguna relación con el objetivo inicial de la iniciativa, pero luego cambia el objetivo aprovechando el hecho de ser una experiencia pionera en el país, que maneja un cultivo aún no domesticado. Donde una alternativa de negocio se presenta al promocionar la venta de material genético para otras iniciativas en el país.

¹ Comunicación personal: entrevista a Daniel Yépez, ex socio de GreenAcres. noviembre 2008.

² Comunicación personal: entrevista a Eduardo Acosta. Propietario de la finca Green Acres Costa Rica. noviembre 2011.

El mecanismo para generación es ingresos de la iniciativa es a través de la venta de su paquete tecnológico. Según Hans Haberer³, socio de la organización, hicieron un convenio con transnacionales como Dole y Chiquita, quienes harán la adquisición de aproximadamente 1000 has para plantar *Jatropha*.

4.2.2.2 UCR- Estación Experimental Fabio Baudrit

Lugar: Alajuela, La Garita

Establecimiento de la plantación: 2007 hasta la actualidad

Descripción: La Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM), es una unidad Académica de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica (UCR), dedicada a la Docencia, Investigación y Acción Social. Cuenta con dos campos experimentales en Fraijanes (18,6 ha) y Alajuela (53,6 ha).

La investigación se orienta a resolver parte de los principales problemas del agro costarricense, en cultivos de la dieta básica y de exportación. La Docencia se imparte teoría y práctica en cursos de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias. También se realiza trabajos de graduación en modalidades de práctica dirigidas y tesis de grado y post-grado.

Dentro de la parte de investigación, la estación cuenta con 7 programas de investigación: fruticultura, ornamentales, leguminosas, malezas, ecofisiología, agrobiodiversidad y hortalizas.

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la Estación: El objetivo de la Estación Experimental es desarrollar investigación agronómica en el país. Según Hernandez (2012)⁴, mediante las parcelas de *Jatropha*, se está investigando sobre esta especie poco en Costa Rica (CATIE, ITCR y la UNA son otras instituciones educativas que de alguna manera han desarrollado investigación sobre el cultivo). Esta investigación se lleva a cabo con el fin de brindar posteriormente los conocimientos generados a los agricultores interesados en el cultivo.

Hasta la actualidad han desarrollado investigación en distintos temas de manejo de la plantación (manejo de malezas, distanciamiento, propagación, cultivos intercalados, diferencias entre orígenes del material genético, podas, y uso de fertilizantes) así también investigación de usos alternativos del aceite como lubricante.

³ Comunicación personal: entrevista a Hans Haberer. Socio de la finca Green Acres Costa Rica. octubre 2012

⁴ Comunicación personal: entrevista a Jesús Hernandez. Investigador EEAFBM. julio 2012

4.2.2.3 COOPEDOTA, RL.

Lugar: Dota

Establecimiento de la plantación: 2007-2010 (dejaron de darle seguimiento)

Descripción: La Cooperativa de Caficultores de Dota R.L. es una organización conformada actualmente por 769 asociados, creada con el fin de colaborar con el desarrollo de las actividades relacionadas a la producción del café en la zona (COOPEDOTA. RL 2012). Se encuentra ubicada en el cantón Dota provincia de San José.

La cooperativa siempre ha trabajado de forma amigable con el ambiente, y en el 2009 consiguió la certificación de bandera azul. Posteriormente, con el fin de apoyar en la lucha contra el cambio climático, certificaron su café en una cadena de producción carbono neutro, demostrando así una vez más la responsabilidad ambiental de la empresa.

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la cooperativa: La cooperativa está enfocada netamente a la producción de café. Con el afán de continuar en la línea de lucha contra el cambio climático decidió experimentar con *Jatropha* para brindar sombra al café (Ureña 2012⁵).

4.2.2.4 GFE Global

Lugar: Guanacaste, Distrito de Bagaces

Establecimiento de la plantación: 2008 hasta la actualidad

Descripción: GFE Global es una empresa Estadounidense que trabaja en Costa Rica en el desarrollo e implementación de soluciones sostenibles y tecnologías en el campo de energías renovables. Desde el 2007 inició con el desarrollo del modelo de “Granja de Energía” enfocándose principalmente en el cultivo de la *Jatropha Curcas*, en combinación con otras actividades generadoras de bioenergía como paneles solares y biodigestores (GFE Global 2012).

Ofrecen la venta del paquete tecnológico “Granja Energética” que consta de 4 etapas: 1.- Evaluación del sitio donde se planea establecer la granja, 2.- Plan de manejo y costos, 3.- Implementación de la plantación de *Jatropha* y, 4.- Asesorías de seguimiento en el transcurso del tiempo. También venden distintos tipos de prensas extractoras de aceite, así como plantas productoras de biodiesel (GFE Global 2012).

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la empresa: La Granja Energética consiste en una plantación de *Jatropha Curcas* con infraestructura asociada que incluye una planta de procesamiento de bio-combustibles, un biodigestor y una planta de empaque para fertilizantes. Además incluye una planta generadora de electricidad, mediante energía solar y cultivos alimenticios para generar diversidad de producción agrícola (GFE Global 2012).

⁵ Comunicación personal: Entrevista a Daniel Ureña. Encargado de Proyectos Sostenibles COOPEDOTA. agosto 2012.

4.2.2.5 COOPEVAQUITA

Lugar: Puntarenas, Laurel de Corredores

Establecimiento de la plantación: 2008 hasta el 2011 (actualmente con palma)

Descripción: La Cooperativa de Autogestión Agropecuaria y de Servicios Múltiples de La Vaquita R.L. (Coopevaquita) se formó en 1974 para luchar por tierras abandonadas de la compañía United Fruit Company. Actualmente la principal actividad es la palma aceitera, llegando a tener 270 has aproximadamente, administradas por 14 socios. La producción de palma es vendida a COOPEAGROPAL, cooperativa en la cual es miembro y recibe el total de la producción de frutos de palma de COOPEVAQUITA.

La cooperativa tiene una planta para transformación de biodiesel en la que utilizaban como materia prima el aceite sobrante de la planta de frituras. Actualmente ambas plantas están cerradas por falta de materia prima y por un cambio de enfoque de la cooperativa, que decidió centrarse en producción y venta de frutos de palma (Gomez 2012⁶).

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de cooperativa: El objetivo actual de la cooperativa es la producción de palma aceitera y venta de sus frutas. Como actividad alternativa, contaban con una planta transformadora de biodiesel que producía únicamente en base a aceites reutilizados. En base a esto, el ex gerente Ernesto Pérez incentivó a la cooperativa a trabajar con *Jatropha*, para tener una fuente alternativa de materia prima para la producción de biodiesel. El interés de la cooperativa era continuar produciendo biodiesel para ser usado por los miembros y vender en caso de que haya sobrante.

4.2.2.6 COOPEAGRI, R.L.

Lugar: San José, Perez Zeledón (San Isidro)

Establecimiento de la plantación: Nunca se inició

Descripción: CoopeAgri es una cooperativa fundada el 25 de noviembre de 1962 con el fin de solucionar los problemas de industrialización y comercialización del café que enfrentaban los caficultores de San Isidro de Pérez Zeledón. Actualmente cuenta con más de 10 mil asociados (COOPEAGRI 2012).

Se divide en 4 áreas: Área agroindustrial (Producción y comercialización de café, caña de azúcar y abono orgánico), área comercial (supermercados, almacén de suministros agrícolas, estación de combustible y ferretería) área de medio ambiente (Producción y comercialización de abono orgánico y servicios forestales), y finalmente el área financiera (Créditos).

⁶ Comunicación personal: entrevista a José Gomez. socio de COOPEVAQUITA y antiguo encargado del proyecto de *Jatropha*. octubre 2012.

COOPEAGRI dentro de su política tiene un compromiso ambiental que se ve evidenciado en el Programa forestal de CoopeAgri R.L., que por medio del Pago por Servicios Ambientales, intenta conservar algunos remanentes boscosos de la zona. El plan trabaja mediante cuatro modalidades: Protección de bosque, reforestación, regeneración natural y sistemas agroforestales (COOPEAGRI 2012).

Papel de la Jatropha en el objetivo general de cooperativa: La cooperativa está enfocada netamente a la industrialización y producción de café, pero en la cooperativa tiene un importante compromiso ambiental. Continuando con dicho compromiso, inician un proyecto para experimentar con Jatropha para brindar sombra al café y a su vez ser usado para la producción de biodiesel a pequeña escala. El proyecto nunca llegó a ejecutarse por desconocimiento de la planta (Zúñiga 2012⁷).

4.2.2.7 FEDECAC.

Lugar: Pacífico Sur

Establecimiento de la plantación: 2008

Descripción: La Federación de Centros Agrícolas Cantonales es una organización de productores, creada con el fin de fomentar la participación de los productores y la población local. Para el mejoramiento de las actividades agropecuarias, agroforestales, pesqueras y de conservación de los recursos naturales. Así como para brindar capacitación, créditos, transferencia tecnológica y otros beneficios que contribuyan para el desempeño de su actividad productiva (MAG 2012).

Papel de la Jatropha en el objetivo general de la Federación: La federación bajo el interés de fomentar la participación de los productores agrícolas, decide experimentar con el cultivo de Jatropha como alternativa para diversificación de los cultivos actuales. Para eso establecieron parcelas demostrativas en distintas zonas del pacifico sur, conjuntamente con sus miembros (Camareno 2012⁸).

4.2.2.8 RECOPE

Lugar: Alajuela, La Garita

Establecimiento de la plantación: 2009 hasta la actualidad

Descripción: RECOPE es la refinería estatal Costarricense de crudo, dedicada a la importación, refinación, transporte y venta de petróleo y derivados. Posteriormente decide incorporar en sus actividades la investigación en energías renovables y es así que en agosto del 2009 RECOPE y la Universidad de Costa Rica (UCR) firman un convenio para generar alternativas a los combustibles

⁷ Comunicación personal: entrevista a Roger Zúñiga Castro. Gerente de Investigación y Desarrollo COOPEAGRI. octubre 2012.

⁸ Comunicación personal: entrevista a Victor Camareno. Presidente de la FEDECAC. Comunicación personal. agosto 2012.

fósiles. Es así que se inicia con los dos primeros proyectos para la búsqueda de alternativas a los combustibles fósiles:

- El primero de ellos es el cultivo de microalgas marinas, que es desarrollado por el Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la UCR.
- El segundo se desarrolla en conjunto con la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno de la UCR, y consiste en el cultivo e investigación de la *Jatropha*. Mediante el convenio se analiza la factibilidad técnica del cultivo y su aprovechamiento desde el punto de vista comercial (Picado 2009).

Luego de dos años de firmado el convenio, RECOPE incorpora dentro de sus objetivos estratégicos la investigación en fuentes de energía renovable, mediante la reforma del Artículo No.4.2 de la Sesión Ordinaria No.4568-121, en agosto de 2011. Donde establece “promover la investigación y el desarrollo para incorporar fuentes de energía renovable y limpia a la matriz energética nacional, tales como biocombustibles, gas natural, hidrógeno y otros combustibles alternativos” (RECOPE 2012).

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la empresa: RECOPE se enfoca en el refinamiento e importación de petróleo y derivados, pero desde el 2009 decide investigar y desarrollar nuevas fuentes de energía renovable. La *Jatropha* es uno de los cultivos que están investigando como alternativa para la producción de combustible.

4.2.2.9 Finca en San Carlos

Lugar: Alajuela, San Carlos

Establecimiento de la plantación: 2009 hasta la actualidad

Descripción: La finca de propiedad de Ricardo Rojas, se enfoca principalmente a la producción y procesamiento de la caña de azúcar. Cultivo que se ha plantado en los terrenos planos de la finca, con pendientes menores a 20 %. El resto de tierras (200 ha) que no cumplen con las condiciones óptimas para la caña de azúcar por tener pendientes entre 25 a 40%, no le dan ningún tipo de uso.

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la finca: Según Morales (2012)⁹ el recorrido desde las parcelas de caña hasta la planta procesadora es bastante extenso (100 km aprox.), esto les representa un gasto bastante alto en combustible. Es por eso que establecieron ensayos de *Jatropha*, con el fin de suplir el uso de combustible fósil por combustible producido en la finca en base a aceite de *Jatropha*.

⁹ Comunicación personal: entrevista a Fabio Morales. Administrador de la Finca San Carlos. Agosto 2012.

4.2.2.10 IDA-ICE

Establecimiento de la plantación: nunca se llegó a establecerse

Papel de la *Jatropha* en su estrategia: Producción de agrocombustibles para el beneficio directo de agricultores, mediante el incremento de sus alternativas de ingreso (IDA 2009).

Descripción:

IDA

El Instituto de Desarrollo Agrario es la institución responsable de ejecutar la política agraria nacional. Su actividad principal es la administración de tierras mediante la compra, venta, hipoteca, arrendamiento y adquisición de los bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la tierra y su explotación rural (IDA 2012).

ICE

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) es la institución de gobierno encargada del establecimiento de los servicios de comunicaciones telefónicas, radiotelegráficas y radiotelefónicas en el territorio nacional (ICE 2012).

Papel de la *Jatropha* en su estrategia: Mediante el convenio firmado en agosto del 2009, ambas instituciones deciden coordinar esfuerzos para lograr la producción de agrocombustibles para el beneficio directo de agricultores y de la producción energética local del ICE (IDA 2009).

Dicho convenio tenía como objetivo seleccionar parceleros dispuestos a ceder lotes o parte de ellos al proyecto, con fines demostrativos, para la siembra de higuierilla y tempate en Chorotega y Cañas (IDA 2009). Luego de 3 años de firmado dicho convenio, nunca se llegó a cumplir; se mantuvo en negociaciones políticas pero nunca se estableció ninguna plantación a través de este convenio (Esquivel 2012)¹⁰.

4.2.2.11 COOPETALAMANCA. SOS

Lugar: Limón, Talamanca

Establecimiento de la plantación: 2009

Descripción: COOPETALAMANCA.SOS es una cooperativa originalmente establecida para luchar contra la instalación petrolera en la costa del Caribe. Inició en 2007 y actualmente está compuesta por 39 miembros de la comunidad de Talamanca, que buscan brindar alternativas de desarrollo a los agricultores de la zona, y promover alternativas energéticas limpias. Dentro de esas

¹⁰ Comunicación personal: entrevista a Ricardo Esquivel. Tecnico del IDA en Cañas. julio 2012.

alternativas están trabajando en la producción de biocombustible en base de aceites usados de restaurantes, que son procesados en una planta piloto de la cooperativa (Coopetalamancasos sf).

El otro proyecto es de producción de aceite a partir de semilla de *Jatropha*, para lo cual establecieron 3 plantaciones, las cuales aún no llegan a su pico de producción. Su financiamiento proviene principalmente de la fundación Holandesa HIVOS (Humanist Institute for Development Cooperation).

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la cooperativa: Tomando en cuenta su interés en la producción de biodiesel, las plantaciones de *Jatropha* representan una alternativa de materia prima para dicha producción. También la *Jatropha* les ha servido para buscar oportunidades de financiamiento por parte de organismos interesados en la generación de energías renovables.

4.2.2.12 COOPEPURISCAL

Lugar: San José, Puriscal

Establecimiento de la plantación: 2010

Descripción: COOPEPURISCAL es una cooperativa que nació con una visión agroindustrial, bajo el nombre de Coopetabaco en 1957. En mayo de 1982, se transforma en Cooperativa de Servicios Múltiples, cambiando su nombre a COOPEPURISCAL RL. Desde dicha fecha su misión es facilitar el desarrollo socioeconómico de los asociados, a través de servicios como: almacén de suministros (agrícolas, veterinarios y de construcción), acceso a créditos en distintas líneas (Suministros, electrodomésticos, asociados y trámite del crédito para vivienda) (Coopepuriscal sf).

Papel de la *Jatropha* en el objetivo general de la cooperativa: COOPEPURISCAL gestionó fondos de la Agencia Internacional de Energía (IEA), para implementar las parcelas experimentales de *Jatropha*, para determinar la viabilidad de la zona. La *Jatropha* se presenta como cultivo de investigación para generar alternativas para el desarrollo económico de los asociados, a través de la diversificación de las actividades productivas.

El proyecto consiste en el establecimiento de parcelas experimentales de *Jatropha* con la colaboración de propietarios de los terrenos. La cooperativa aporta los insumos necesarios para empezar la plantación, la asesoría técnica y seguimiento. A su vez los agricultores ponen a disposición del proyecto como mínimo media hectárea y como máximo una, además aportan con el cuidado de la plantación y la mano de obra necesaria (Portillo 2012¹¹).

¹¹ Comunicació personal: entrevista a Leonardo Portillo. Encargado del proyecto de *jatropha* COOPEPURISCAL. junio 2012.

4.2.2.13 FAO

Lugar: Puntarenas, Buenos Aires

Establecimiento de la plantación: 2012

Características de la iniciativa: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO en sus siglas en inglés), es una organización internacional creada con el propósito mejorar la nutrición, aumentar la productividad agrícola y elevar el nivel de vida de la población rural (FAO 2012).

Papel de la Jatropha en el objetivo general de la organización: Uno de los intereses de la FAO es diversificar los cultivos de los agricultores en el mundo y la Jatropha es una de las especies que la FAO ha trabajado durante varios años con ese fin.

El proyecto de Observación y Prueba de la FAO en la provincia de Puntarenas, cantón Buenos Aires, es financiado por la Cooperación Española y está vinculado al programa de los Objetivos del Milenio para Costa Rica. Es un programa que involucra a 25 agricultores con 1 hectárea de cultivo de Jatropha cada uno de ellos. El proyecto consiste en entregar los insumos y un “incentivo financiero por mano de obra” a los agricultores. Los actores involucrados fueron seleccionados en base a la extensión de sus fincas (entre 5 y 20 has) tomando en cuenta grupos sociales más débiles como indígenas, madres solteras, entre otros (Díaz 2012¹²).

El proyecto de Jatropha inició en los primeros meses del 2011 mediante análisis de suelos, selección de material genético, de agricultores, entre otras actividades. En mayo del 2012 se instalaron las parcelas en zonas de potrero con material genético mejorado como la Cabo Verde de Brasil, y de Honduras. Instalarán una planta extractora de aceite y mediante la asociación de agricultores involucrados, se hará el aprovechamiento el aceite de las plantaciones. También serán usadas las parcelas para ensayos conjuntamente con el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y hacer comparaciones de rentabilidad entre los diferentes orígenes del material genético (Díaz 2012).

Al igual que muchas de las iniciativas mencionadas, se encuentran en una etapa de ensayo, es por eso su nombre “programa de Observación y Prueba”. En base al grado de adaptación de las plantas e interés que demuestren los agricultores, se llegará a las siguientes etapas como la comercialización.

¹² Comunicación personal: entrevista a Esteban Díaz. Encargado del proyecto de Jatropha FAO. agosto 2012.

4.2.2.14 Centro Agrícola Cantonal de Abangares

Lugar: Guanacaste, Las Juntas de Abangares

Establecimiento de la plantación: 2009

Descripción: El Centro Agrícola Cantonal de Abangares es una institución conformada por miembros de la comunidad, que buscan brindar alternativas para generar ingresos a sus miembros. Actualmente su único proyecto es el de Pago de Servicios Ambientales en las modalidades de Sistemas Agroforestales y Protección de Bosque, el cual lo llevan en conjunto con Oficina Nacional Forestal.

Papel de la Jatropha en el objetivo general de cooperativa: La cooperativa se involucró con el cultivo de Jatropha para brindar a sus miembros una alternativa de producción y a su vez recibir otro tipo de ingresos mediante el Pago por Servicios Ambientales. Luego de manejar varios años el cultivo y con los elevados costos de manutención del cultivo, decidieron abandonar el proyecto (Prieto 2012¹³). Originalmente se entregaba insumos a la parcela de parte del CA Cantonal Abangares, la EEFBM (fertilizantes y herbicidas) y el colegio de la zona donó el terreno. Actualmente Joaquín Talavera continúa dándole algún tipo de mantenimiento al cultivo pero desvinculado del Centro Cantonal

4.2.2.15 Hacienda la Tierrica

Lugar: Guanacaste, La Cruz y Upala

Establecimiento de la plantación: 2011

Descripción: La hacienda La Tierrica está conformada por 1 finca en la Cruz, con 1500 hectáreas y otra en Upala con la misma extensión. De las 3000 ha, únicamente manejan 300 para la producción de Cítricos (Naranja, limón) y 50 que destinaron para un ensayo de Jatropha. De la plantación de Jatropha, solo tienen actualmente 20 hectáreas debido a que se instalaron en terrenos no aptos para el cultivo. Otra de sus actividades es la construcción de urbanizaciones, caminos, y alquiler de maquinaria.

Papel de la Jatropha en el objetivo general de cooperativa: La hacienda consume un aproximado de 4000 litros de combustible al mes, ya que abastecen de combustible a sus contratistas y utilizan en sus vehículos para cosechas y control de la hacienda. A través de la Jatropha buscan

¹³ Comunicación personal: entrevista a Lilian Prieto. Administradora del CACA. Noviembre 2012.

una alternativa para la generación de combustible y mantener una buena imagen ambiental a través de la generación y uso del biocombustible (Franco 2012¹⁴).

4.2.2.16 Grupo H&M

Lugar: Guanacaste. San Carlos, Los Chiles

Establecimiento de la plantación: 2009

Descripción: El Grupo H&M es una empresa privada productora de agregados, concretos premezclados para la construcción, asfalto, y biodiesel (a partir de aceites reciclados. Brinda servicios para la construcción e infraestructura civil, movimientos de tierra y alquiler de maquinaria.

Presentan un fuerte componente ambiental a través del uso de biodiesel en toda su maquinaria y la venta de su excedente de producción.

Papel de la Jatropha en el objetivo general de cooperativa: Hizo un ensayo con Jatropha para determinar la viabilidad de producción de aceite vegetal como materia prima para su planta de biodiesel y brindar a los agricultores de la zona norte otra alternativa de cultivos aparte de los ya existentes (Grupo H&M 2012).

4.2.3 Comparación de objetivos y resultados entre iniciativas

Una vez caracterizadas cada una de las iniciativas, fue evidente la diversidad de actores presentes en el contexto de la Jatropha presentes en Costa Rica. Por lo cual se hizo un análisis comparativo tomando en cuenta los objetivos y resultados de cada una de las iniciativas.

En el cuadro 6 se indica la diversidad de actores involucrados, los cuales incluye empresas privadas con fines de lucro, públicas, cooperativas, centros de investigación, organizaciones internacionales. Actores que tienen el papel de investigación y otros de investigación-comercialización. La mayor cantidad de actores tienen como objetivo institucional generar alternativas para el desarrollo rural y utilizan la Jatropha para investigar si efectivamente puede ser un paquete tecnológico a entregar a los agricultores para mejorar sus ingresos. Otro tipo de actores que tiene tendencia a involucrarse con Jatropha, son los que tienen experiencia en producción agrícola (productores de café, palma, caña de azúcar y cítricos), los cuales utilizan la Jatropha para la diversificación de sus actividades.

¹⁴ Comunicación personal: entrevista a Melvin Franco. Encargado de la finca. Noviembre 2012.

Cuadro 6: Comparación de objetivos institucionales entre los actores involucrados

	Grupo H&M	Hacienda La Tierrica	C.A.C. Abangares	FAO	COOPEPURISCAL	COOPETALAMANCA	IDA	ICE	RECOPE	FEDECAC	COOPEAGRI	COOPEVAQUITA	GFE GLOBAL	Geen Acres (c-Fela)	COOPEDOTA	EEAFBM	Finca San Carlos	TOTAL
Bienes raíces/ valoración de tierra degradadas														X				1
Proyectos agroenergéticos													X	X				2
Investigación agronómica																X		1
Prod. agrícola (café, palma, caña de azúcar, cítricos)		X									X	X					X	4
Petróleo, electricidad y comunicación								X	X									2
Desarrollo Rural			X	X	X		X			X								5
Prod. de concretos (construcción)	X																	1

Al existir variedad de actores involucrados, es evidente que el papel de la *Jatropha* será diverso entre cada uno de los actores. En el cuadro 7 podemos observar que el papel mas común de la *Jatropha* en el caso de Costa Rica es brindar alternativas de producción a los agricultores. La producción energética es otro factor importante para los actores al involucrarse con el cultivo.

Cuadro 7: Comparación del papel de la Jatropha para los actores involucrados

	Grupo H&M	Hacienda La Tierrica	C.A.C. Abangares	FAO	COOPEPURISCAL	COOPETALAMANCA	IDA	ICE	RECOPE	FEDECAC	COOPEAGRI	COOPEVAQUITA	GFE GLOBAL	Geen Acres (c-Fela)	COOPEDOTA	EEAFBM	Finca San Carlos	TOTAL
Investigación para promoción futura													X	X		X		3
Imagen ambiental	X	X							X		X				X			5
Producción energética	X	X				X		X	X			X					X	7
Alternativas de producción a agricultores			X	X	X	X	X			X	X				X			8
Oportunidades de financiamiento/proyectos					X	X										X		3

Al analizar el objetivo específico de la Jatropha en cada una de las iniciativas se puede observar que todas se encuentran haciendo ensayos para analizar si es factible lograr el objetivo propuesto.

Respecto a los resultados obtenidos, el cuadro 8 permite observar que la mayor parte de las iniciativas (9) abandonaron la plantación luego no obtener resultados tangibles, o en algunos casos no llegaron a establecer las plantaciones.

El factor financiamiento también ha sido determinante para el establecimiento de estas iniciativas. Han recibido financiamiento de entes internacionales como la Agencia Internacional de Energía (IEA), FAO, HIVOS, GFE Global o nacionales como RECOPE. Al acabarse el financiamiento también se pierde continuidad de las iniciativas, como es el caso de la EEAFBM que hace 6 años inició con los ensayos de Jatropha y por un tiempo dejaron de trabajar hasta que firmaron el convenio con RECOPE y retomaron la investigación. El proyecto FAO tiene financiamiento para un año y existe incertidumbre de la continuidad que puedan darle los agricultores a las plantaciones al no recibir los incentivos. Lo mismo ocurre en COOPEPURISCAL donde los agricultores que continúan trabajando, lo hacen por los insumos que les entrega la cooperativa.

Cuadro 8: Comparación de resultados obtenidos entre los actores involucrados

	Grupo H&M	Hacienda La Tierrica	C.A.C. Abangares	FAO	COOPEPURISCAL	COOPETALAMANCA	IDA	ICE	RECOPE	FEDECAC	COOPEAGRI	COOPEVAQUITA	GFE GLOBAL	Geen Acres (c-Fela)	COOPEDOTA	EEAFBM	Finca San Carlos	TOTAL
Venta de estacas, semillas y/o aceite (medicinal)													X	X				2
Venta de prensa e implementos para producción de biodiesel													X					1
Generación de manual														X		X		2
Sitio web de promoción													X	X				2
Adquisición de equipos (prensa, descascaradora y/o ensayos con aceite y biodiesel)	X		X		X	X					X		X	X			X	8
No llegaron a plantar, quitaron, murieron o abandonaron	X	X	X				X	X		X	X	X			X			9

El cuadro 8 también nos demuestra que 8 de las iniciativas incurrieron en gastos para la adquisición de equipos para procesamiento de la fruta/semilla. Ninguna de las iniciativas a llegado a vender biodiesel o aceite para aceite que no sea para otro uso que el medicinal. Un resultado interesante es que las iniciativas que presentan mayores resultados respecto a la *Jatropha* son las de gran escala (GFE y Green Acres).

Según los resultados presentados se puede observar que a pesar de llevar 6 años desde el establecimiento de la primera plantación de *Jatropha* en el país, el proceso de producción aún se maneja a manera de ensayo. No se ha logrado establecer una comercialización de biocombustible a partir de *Jatropha* y la única comercialización que se hace es de material para propagación (semillas y/o estacas). Lo que demuestra el interés de algunas iniciativas de fomentar el cultivo a pesar que los resultados en la mayoría de los casos no son exitosos.

4.2.4 Resumen de iniciativas

Una vez caracterizadas las iniciativas se construyó un esquema (Cuadro 8) donde se analizan las interacciones entre la motivación de las iniciativas para trabajar con *Jatropha* y los resultados obtenidos hasta el momento.

Cuadro 9. Cuadro resumen de objetivos y resultados de las iniciativas

	Actor (encargado)	Objetivo general	Papel de la <i>Jatropha</i> en el objetivo general	Objetivos específicos de la <i>Jatropha</i>	Resultados obtenidos hasta el momento
Green Acres CR (C-Fela)	Ed Acosta Ricardo Solera Hans Haberer	Valorizar tierra degradadas en zona costera	<p>Producir en suelos degradados para aumentar la plusvalía de los mismos. Alternativa a inversión en turismo.</p> <p>Oportunidad de experiencia pionera en especie que no se había domesticado todavía</p> <p>Oportunidades de venta de semillas y estacas</p>	Investigación agronómica y promoción de su paquete tecnológico “GroWin”	<p>Manual de manejo de plantación de <i>Jatropha</i> (uso privado)</p> <p>Venta de estacas y aceite para uso medicinal</p> <p>Sitio web de promoción del cultivo, donde describe los productos que tiene a la venta y su paquete tecnológico.</p>
EEAFBM	Área de Investigación (Jesús Hernandez)	Investigación y experimentación agronómica	<p>Oportunidades de financiamiento y de convenios con instituciones interesadas en <i>Jatropha</i> (MAG, RECOPE, cooperativas)</p> <p>Futura entidad promotora del cultivo</p>	Domesticación del cultivo	Guía para el manejo del Cultivo publicada en el 2012 con 90 páginas analizando distintas experiencias en el país y está dirigida para personas interesadas en la producción de <i>Jatropha</i> .

	Actor (encargado)	Objetivo general	Papel de la Jatropha en el objetivo general	Objetivos específicos de la Jatropha	Resultados obtenidos hasta el momento
COOPEDOTA	División de Proyectos Sostenibles (Daniel Ureña)	Producción de café	Mantener su imagen ambiental	Sombra para el café	Abandonaron la plantación
GFE-GLOBAL	Henry Mora	Proyectos agroenergéticos	Futura entidad promotora del cultivo	Investigación y promoción sobre el paquete tecnológico	Venta de prensa extractoras de aceite e implementos para planta transformadora de biodiesel Sitio web para promoción de paquete tecnológico “granja energética”
COOPE VAQUITA	José Gomez	Producción de palma aceitera	Obtención de materia prima para su planta de transformación de biodiesel	Hacer ensayos con Jatropha para determinar si es una alternativa viable para la cooperativa	Quitaron las plantas a los 3 años de sembradas
COOPE AGRI	Área de Investigación y desarrollo (Roger Zúñiga)	Industrialización y comercialización de café	Mantener su imagen ambiental	Sombra para el café	No llegó a plantarse

	Actor (encargado)	Objetivo general	Papel de la Jatropha en el objetivo general	Objetivos específicos de la Jatropha	Resultados obtenidos hasta el momento
FEDECAC	Victor Camareno	Fomentar la participación de los productores agrícolas en general	Brindar alternativas de producción a cultivos actuales.	Levantar parcelas demostrativas en zonas del pacifico sur	Se entregó semilla a agricultores pero no se ha llevado seguimiento Mayor parte de las plantaciones se perdieron
RECOPE	Dirección de Investigación y desarrollo	Importación, refinación, transporte y venta de petróleo y derivados	Investigación y desarrollo de fuentes de energía renovables Mantener imagen ambienta	Ensayos de Jatropha para domesticación del cultivo	Entrega de 5 has de terreno a la UCR para la investigación del cultivo de Jatropha.
FINCA SAN CARLOS	Ricardo Rojas	Producción y procesamiento de caña de azúcar	Búsqueda de alternativas energéticas para reducir el uso de combustible fósil en la finca	Ensayos con Jatropha para a futuro suplir el consumo de la combustible de la finca	Ensayos con Jatropha para el monitoreo de rendimiento las cuales siguen siendo manejadas
IDA-ICE	IDA (Subregional IDA en Cañas)	Administración de tierras para el desarrollo y explotación rural en el país.	Brindar nuevas opciones de cultivo a agricultores	Ensayos para producción de agrocombustibles	Nunca se establecieron las plantaciones.
	ICE	Servicio de electricidad y comunicación en el país.	Nueva fuente de materia prima para producción energética local		

	Actor (encargado)	Objetivo general	Papel de la Jatropha en el objetivo general	Objetivos específicos de la Jatropha	Resultados obtenidos hasta el momento
COOPETALAMANCA	William Gonzáles	Inicialmente:Lucha contra la explotación petrolera en la costa del Caribe Posteriormente: Propuestas de alternativas energéticas enfocadas a producción de biodiesel	Generar materia prima oleaginosa para abastecer la producción de biodiesel Oportunidades de proyectos y financiamientos en energías renovables Brindar alternativas de producción en la zona	Ensayos con Jatropha en convenio con agricultores	Producción de biodiesel a partir de aceites de cocina en su planta transformadora
COOPE PURISCAL	Departamento Ambiental (Leonardo Portillo)	Industrialización y comercialización de tabaco Desarrollo socioeconómico de los asociados	Oportunidades de financiamiento Brindar alternativas de producción en la zona	Establecimiento de parcelas demostrativas bajo distintos pisos altitudinales	Establecimiento de 40 parcelas (actualmente 30 aproximadamente) las cuales se manejan eventualmente.
FAO	División de bioenergía-Costa Rica (Esteban Díaz)	Nutrición, productividad agrícola, elevar nivel de vida de población rural.	Brindar alternativas de producción en la zona	Establecimiento de parcelas para observación	Establecimiento de 25 parcelas de 1 ha cada una en zonas de potrero con agricultores del cantón Buenos Aires (Puntarenas). Las cuales se maneja actualmente.
C. A. Cantonal Abangar	Joaquín Talavera	Generar alternativas para mejorar ingresos a sus miembros.	Brindar una alternativa de producción y generación de ingresos por PSA.	Establecimiento de parcela de ensayo	Instalación de la parcela pero no se maneja actualmente.

	Actor (encargado)	Objetivo general	Papel de la Jatropha en el objetivo general	Objetivos específicos de la Jatropha	Resultados obtenidos hasta el momento
Hcda. La Tierrica	Melvin Franco	Producción de cítricos y construcción de urbanizaciones y caminos	Búsqueda de alternativas energéticas para reducir el uso de combustible fósil en la finca Mejorar imagen ambiental	Ensayos con Jatropha para a futuro suplir el consumo de la combustible de la finca	Instalación de la parcela pero no se maneja actualmente.
Grupo G&M	Ricardo Herrera	Producción de agregados y premezclados para la construcción. Construcción Alquiler de maquinarias	Usar el aceite de Jatropha como materia prima en su planta de biodiesel y así reducir el uso de combustible fósil de la empresa Mejorar imagen ambiental	Ensayos con Jatropha para a futuro suplir el consumo de la combustible	Instalación de la parcela pero no se maneja actualmente.

Fuente: Elaboración propia

Una vez analizados los resultados de las iniciativas pudimos identificar el deficiente desarrollo de las plantaciones como una de las causas para el abandono de las plantaciones. Por lo cual se desarrolló la siguiente sección, en la que se analiza los rendimientos que presentan las plantaciones en el país en base a las condiciones climáticas y de manejo que tienen.

5 ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS EN BASE A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y PRÁCTICAS DE MANEJO.

El rendimiento de la *Jatropha* es un tema complicado de analizar, debido a la gran cantidad de factores que pueden afectar al mismo. Los factores analizados por la literatura sobre *Jatropha curcas* L. (cf. sección 2.2) son las condiciones de la zona (pluviosidad, pendiente, altitud), condiciones de manejo (limpiezas, podas, fertilización, origen del material genético) y plagas y enfermedades presentes en las parcelas. En base esa información recopilada se hizo una caracterización de los diversos rendimientos y desarrollo de las plantaciones en el país.

5.1 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR RENDIMIENTOS

El escenario ideal sería que se hayan realizado mediciones y estimaciones de rendimiento en todas las iniciativas, pero debido políticas de confidencialidad en muchas de las iniciativas, no fue posible hacer dichas mediciones. Por lo cual se obtuvo la información en dos tipos: rendimientos observados/medidos y rendimientos reportados.

Para cada uno se elaboraron protocolos de recopilación de información, los cuales se desarrollaron en base a la siguiente metodología.

5.1.1 Revisión de literatura

En la presente tesis la revisión de literatura fue un aspecto muy importante para validar los aspectos que se han considerado para medir, evaluar y observar durante la fase de campo. Los aspectos principales en los que se hizo la recopilación de información fueron los siguientes:

- Aspectos agronómicos de la *Jatropha*
- Rendimientos de *Jatropha*: Esta información se obtuvo mediante literatura científica y reportes de proyectos de *Jatropha* llevados a cabo en Centro América y el mundo.
- Determinantes para rendimiento: factores ambientales, físicos y de manejo que pueden influir en el rendimiento de la especie.
- Descriptores botánicos para *Jatropha*: Para el desarrollo de los protocolos de campo, se seleccionaron una serie de variables a medir para analizar el estado de las plantaciones y estimar el rendimiento de las plantas

Las fuentes principales para la recopilación de información secundaria fueron libros y artículos científicos publicados en revistas internacionales, accesibles en la Biblioteca Conmemorativa Orton de CATIE-IICA. Además se incluyó literatura gris (documentos e informes publicados por las cooperativas, y organizaciones internacionales, tales como FAO, FACT, entre otras).

5.1.2 Diseño de protocolos de campo

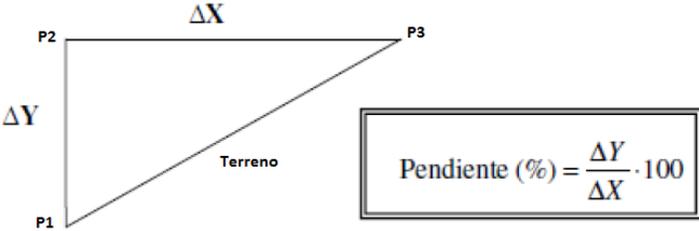
La información secundaria recopilada en la fase anterior se utilizó para elaborar los protocolos de trabajo durante la fase de campo, para esta sección fueron diseñados 2 protocolos según se describen a continuación:

- Protocolo de mediciones (Anexo 1): En este protocolo fue aplicado en parcelas de pequeños agricultores en Talamanca y Puriscal. Se incluyen todas las variables a medir en base a los descriptores botánicos validados en la etapa anterior.
- Protocolo de entrevistas actores involucrados con las iniciativas (Anexo 2): Este protocolo fue diseñado para los propietarios o encargados de manejar las distintas iniciativas en el país. Se recaba información general sobre los objetivos, resultados y practicas de manejo de cada una.

5.1.3 Rendimientos observado/medidos

Pertenecen a iniciativas cooperativistas donde se tuvo acceso para hacer las respectivas mediciones en las parcelas (COOPETALAMANCA y COOPEPURISCAL). En cada una se hizo un recorrido por las fincas con plantación de *Jatropha* y se aplicó el protocolo de mediciones (Anexo 1) en base a las variables seleccionadas anteriormente (Diseño de protocolos). Cabe mencionar que en base al conocimiento actual sobre la *Jatropha* no es posible tener parámetros fiables para la generación de modelos de productividad de los cultivos (Trabucco *et al.* 2010). Pero para obtener una estimación lo mas cercana posible se utilizaron descriptores botánicos identificados por La Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias (REDPA) para la *Jatropha*, los mismos que son agrupados en componentes de producción y características agronómicas (REDPA 2009). De esos descriptores se seleccionaron los más importantes para la estimación directa del rendimiento y se completaron con variables específicas del terreno (Físicas y ambientales), las cuales se describen a continuación.

Cuadro 10: Descripción de variables de medición/observación en las parcelas

Características físicas y ambientales del terreno	
Variable	Toma de información
Coordenadas y altitud	GPS
Pluviosidad	ArcGis ITCR (2008)
Pendiente	<p>Se hizo una medición vertical de 1.5 m. desde un punto del terreno (P1) hasta un punto en el aire (P2) luego desde (P2) se hace otra medición horizontal hasta el punto(P3) en terreno. Mediante formula se estima la pendiente del terreno</p>  <p>Se hicieron 5 repeticiones por parcela.</p>
Tamaño de parcela	Estimación mediante observación y del agricultor
Espaciamento	Medición entre arboles
Densidad	<p>Calculo:</p> $\frac{\text{(Tamaño)}}{\text{(Espaciamento)}} \text{ (% de supervivencia)}$
Monocultivo o Intercalado	Observación
Porcentaje de supervivencia	Se contó el número de árboles en 5 parcelas imaginarias de 10 x 10 y se extrapoló para el tamaño de la plantación.
Incidencia de enfermedades y maleza	Observación de enfermedades e insectos presentes y categorización de la cantidad de maleza presente.
Estimación de rendimiento y desarrollo	
Rendimientos pasados	Pregunta al agricultor
Número de ramas	Se contó el número de ramas principales o primarias (aquellas ramas insertadas en el tallo principal hasta una altura de 40 cm de la base del tallo) que forman la copa de la planta. (15 plantas)
Número de frutos	Se contó el número de frutos por racimo en 2 racimos al azar y se considerará la media de todas las plantas de la parcela. (15 plantas)
Altura de plantas	Se midió la altura comprendida entre la base y el tallo. (15 plantas)
Diámetro del tallo	Se midió el diámetro del tallo principal, a una distancia de 10 cm de la base al tallo. (15 plantas)(todas esta medidas se tomaron de las mismas 15 plantas)

Fuente: Elaboración propia

Se visitaron 13 parcelas en el cantón Puriscal (de un total de 30) y las 3 que se encuentran en Talamanca. Las visitas se hicieron en compañía del encargado del proyecto de *Jatropha* de cada cooperativa y tuvieron una duración de 30 a 40 minutos aproximadamente

5.1.4 Rendimientos reportados

Pertenece a las iniciativas en las que no fue posible hacer las mediciones en las parcelas. Para el efecto se obtuvo información mediante una entrevista (Anexo 2) a los encargados de cada una de las iniciativas, las cuales se hicieron de manera personal y en algunos casos vía telefónica dependiendo de la disponibilidad de las personas. Las entrevistas estaban enfocadas a recopilar información sobre rendimientos de las parcelas, prácticas de manejo, investigación realizada, y dificultades presentadas durante el desarrollo. Finalmente se completó con información de las condiciones ambientales de la zona utilizándose el programa ArcGis con información del ITCR (2008), para tener información sobre pendiente, pluviosidad altitud de la zona.

5.2 RESULTADOS DE RENDIMIENTOS

En base a las visitas y entrevistas realizadas a los actores involucrados con la *Jatropha* en el país, se ha realizado una descripción de los rendimientos obtenidos en algunas de las iniciativas a nivel de rendimiento por planta. Cabe mencionar que los datos reportados provienen de diversas experiencias con diferentes grados de inversión y prácticas de manejo, lo que influye directamente en los rendimientos presentados.

En la información obtenida en las entrevistas sobre los rendimientos de la *Jatropha*, cada agricultor utiliza distintas formas de medición (litros o galones de aceite y otros en kilogramos de semillas). Para el presente trabajo se hablará en kg de semilla seca por año, haciendo las conversiones para cada parcela en base al cuadro 11:

Cuadro 11: Cuadro de conversiones entre medidas de producción de Jatropha

$23 \text{ kg fruta} = 7 \text{ kg semilla húmeda} = 3 \text{ kg semilla seca} = 1 \text{ litro de aceite}$
$11,3 \text{ kg semilla seca} = 1 \text{ galón aceite} = 3,78 \text{ litros aceite}$

Fuente: Sotolongo *et al.* (sf) y Hernandez (2012)¹⁵

Las conversiones fueron desarrolladas en base al estudio de Sotolongo *et al.*(sf) y Hernández (2012). Según el estudio de Sotolongo *et al.*(sf) efectuado en Cuba para zonas áridas, 4 kg de semilla seca = 1 litro de aceite (haciendo la transformación que 1 litro de aceite pesa 0,8 kilogramos porque tiene menor densidad que el agua). El valor de esta conversión resulta aproximado a lo medido en la estación de RECOPE y EEAFBM, donde han obtenido en sus ensayos relaciones similares a las anteriormente descritas.

¹⁵ Comunicación personal: entrevista a Jesús Hernandez. Investigador EEAFBM. julio 2012

5.2.1 Descripción de características de las parcelas

5.2.1.1 GFE

Tamaño: 160 has

Edad: 5 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Originalmente las parcelas fueron establecidas en Salitral de Bagaces, pero a los 3 años las plantas fueron trasladadas a Pijije (15 km de distancia aprox.), ambos pertenecientes a la provincia de Guanacaste. Las condiciones de ambas zonas son similares, con elevaciones entre 100 y 200 m.s.n.m y una precipitación media anual de 2000 mm (ITCR 2008). Las parcelas están establecidas en zonas planas.

Prácticas de manejo: Las parcelas están establecidas con espaciamiento aproximado de 2 x 3m y las semillas utilizadas para la siembra fueron traídas de India. Todas las parcelas tienen riego y llevan a cabo 2 cosechas por año a partir de los 5 meses y medio de plantada. Trabajan con un sistema de podas constantes, las cuales les han llevado a tener entre 70-100 ramas con racimos de hasta 40 frutos (Mora 2012¹⁶).

Producción de frutos, cosecha: Según la información brindada por Henry Mora, llevan aproximadamente 5 años de investigación con el cultivo y en base a eso aducen tener una producción actual de 2 galones /planta/ año. Cabe recalcar que no hacen cosechas exhaustivas sino que los resultados son estimaciones en base a mediciones individuales de algunas plantas.

Esfuerzos adicionales reportados: Han desarrollado investigación en manejo de suelos, de raíces, programas de fertilización, técnicas de polinización, de podas y mejoramiento de producción y aplicación de hormonas (Mora 2012).

Dificultades mencionadas y perspectivas: Actualmente tienen la meta de llegar a plantar 100.000 has para comercializar el biocombustible, ya que actualmente están en los ensayos únicamente y no han llegado a comercializarlo (Mora 2012).

¹⁶ Comunicación personal: entrevista a Henry Mora. Encargado del cultivo de jatropha GFE Global. julio 2012.

5.2.1.2 Green Acres Costa Rica- C Fela

Tamaño: 80 has

Edad: 6 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Una altitud de 100 m.s.n.m., la precipitación media anual en la zona es 3000 mm. y son terrenos con pendientes no mayores a 2% (ITCR 2008).

Prácticas de manejo: Tiene ensayos con *Ricinus communis* (Higuerilla), *Jatropha curcas* y *Acrocomia aculeata* (Coyol) alrededor de toda la finca, pero el principal es la *Jatropha*, que ha sido estudiada mediante 14 procedencias distintas para determinar cuales se adaptan mejor a las condiciones de la finca.

Producción de frutos, cosecha: Según Haebere (2012)¹⁷ la *Jatropha* es un cultivo de transición hasta que las plantas de coyol empiezan a producir. Manejan 80 hectáreas con aproximadamente 160.000. En base a una cosecha de la producción total de la finca, se estima que cada planta de *Jatropha* podría producir hasta 8 kg de semilla seca por año. Este año es la primera vez que hacen una cosecha exhaustiva con la que pretenden hacer ensayos en la producción de biodiesel.

Esfuerzos adicionales reportados: Experimenta con 14 procedencias diferentes enfocadas al aumento de la producción de frutos/semillas por árbol a través de aumentarla producción de flores, mediante la estimulación de ramificación, por técnicas de poda óptimas, entre otras (GreenAcres 2012).

5.2.1.3 Finca en San Carlos

Tamaño: 25 has

Edad: 4 años

Condiciones de la zona y de la parcela: La zona tiene una precipitación anual de 5500 mm y está ubicada a una altitud de 600 m.s.n.m. (ITCR 2008). Las parcelas están establecidas en pendientes entre 25 y 40% (Morales 2012¹⁸).

Prácticas de manejo: Las parcelas están establecidas con una densidad de 2000 plantas/ha. Los ensayos iniciaron con material genético traído de otras zonas de Costa Rica, pero al no tener buenos resultados, consiguieron semillas de India y Cabo Verde las que tuvieron mejor desarrollo que los de material silvestres (Morales 2012).

¹⁷ Comunicación personal: entrevista a Hans Haebere. Socio de Green Acres. Octubre 2012.

¹⁸ Comunicación personal: entrevista a Fabio Morales. Administrador de la Finca San Carlos. Agosto 2012.

Producción de frutos, cosecha: Según Morales (2012) se logró determinar que las plantas de la finca tienen un rendimiento bastante variado, a pesar que existen plantas que producen 3 kg semilla seca/ año, otras con rendimientos mucho menores (menor a 1 kg). Han hecho ensayos y con la producción de semilla de las plantas con mayor rendimiento (3 kg semilla seca) han logrado obtener 1 litro de aceite. En la finca no hacen cosechas exhaustivas sino que los resultados son estimaciones en base a mediciones individuales de algunos árboles.

Esfuerzos adicionales reportados: Para el procesamiento de la semilla han importado equipos de India (Peladora, Limpiadora de semillas, prensa, clarificadora y una caldera) pero hasta el momento no han logrado cubrir su meta de producir combustible para los vehículos de la finca. Han hecho pruebas con el combustible producido y han tenido muy buenos resultados.

Dificultades mencionadas y perspectivas: Un aspecto que les limita en la cosecha son los elevados costos de mano de obra (1 jornal = 1 saco de semillas = 10.000 Colones (20 Dólares) ya que al no tener una sincronización floral las plantas, necesitan hacer varias cosechas en el año. Eso aún no les permite obtener un combustible rentable. Otro problema es la humedad de la zona, que ha ocasionado mortalidad en las plantas por aparición de hongos radicales como *Phytium*, *Fusarium* y *Phytophthora* sp. (Morales 2012).

Su meta es continuar con los ensayos hasta obtener una sincronización floral y realizar únicamente 3 cosechas al año.

5.2.1.4 COOPETALAMANCA.SOS

Tamaño: 2 parcelas menores a 1 ha

Edad: 1-3 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Según el ITCR (2008), la altitud de la zona es menor a los 50 msnm, con una precipitación promedio anual de 3000 mm; respecto a las pendientes, las parcelas se encuentran en suelos planos lo cual beneficia al desarrollo de la planta.

Desarrollo de la plantación: Mediante las mediciones de campo llevadas a cabo en las visitas a las fincas, se pudo observar que el desarrollo de las plantas de *Jatropha* se ha visto afectado por diversos factores inclusive dentro de la misma parcela. Se encontraron plantas que llegaban a medir hasta 3 metros de altura, así como otras que no llegaban ni a 1 metro (1.8m en promedio con 0.86 de D.E.). Para el caso de la plantación de Gonzáles (2012)¹⁹, las cuales ya tienen mayor edad, se pudo observar una mayor homogeneidad en el desarrollo ya que todas tenían una altura mayor a los 3 m de altura (3.2 m en promedio con 0.1 de D.E.).

El diámetro basal es otra de las variables medidas, y al igual que la altura, varía mucho entre plantas inclusive de la misma parcela. En la parcela más joven se observó un promedio de

¹⁹ Comunicación personal: entrevista a William Gonzales. Propietario de finca con *Jatropha* COOPETALAMANCA. abril 2012.

15.9 cm. con una desviación estándar de 3.67, y en la parcela de mayor edad un promedio del diámetro basal de 23 cm. con una D.E. de 5 cm.

Al analizar el desarrollo de las plantas, es importante tomar en cuenta la mortalidad de las mismas. En Talamanca una de las familias que plantó 850 plántulas, tuvo una pérdida del 100% de la plantación, debido a que según ellos, en las etapas iniciales son muy propensas a morir por exceso de lluvias, pero una vez que supera los primeros meses de edad, la mortalidad disminuye sustancialmente. Los otros cultivos presentan una mortalidad del 20 al 40%.

Prácticas de manejo: Las dos plantaciones en Talamanca tienen una densidad entre 500 a 800 plantas por parcela con distanciamientos de 4x3 y 2x 2.5 respectivamente. Ninguna ha recibido aplicación de fertilizantes y las podas se han hecho únicamente en una de las parcelas, porque la otra tiene aún muy corta edad. Las podas realizadas han sido para fomentar la ramificación y no para controlar el tamaño, es por eso que existe una parcela con plantas hasta de 4 metros de altura, lo cual complicará el proceso de cosecha.

Originalmente ambas parcelas fueron manejadas intercaladas con plátano pero ahora se las maneja como monocultivo de *Jatropha*.

Producción de frutos, cosecha: Desde el primer 1 año la *Jatropha* inicia producción de frutos, pero no es hasta el cuarto a quinto año de edad, es que llega a su máxima productividad, y continua constante su producción hasta los 50 años (Montes2008).

En base a los rendimientos observados se preparó el cuadro 12, en donde se estima los rendimientos por cada árbol en el presente año y se extrapola para la parcela:

Cuadro 12: Cuadro de rendimientos de parcelas en Talamanca

Propietario	Ramas /árbol	Frutos por rama		Frutos/ árbol	Semillas/ árbol	Densidad de plantas	Semillas/ parcela	Kg semilla/c osecha	kg semilla/a ño
1. William Gonzáles	8	8.95	7.05	69.275	207.825	800	166260	139.714	558.857
2. Catalino Téllez	5	5.55	8.9375	46.625	139.875	500	69937.5	58.771	235.084

Fuente: Elaboración propia

Con las mediciones se logró estimar la cantidad de semillas por cada parcela de *Jatropha*, pero para analizar los rendimientos es necesario hacer la medición en peso. Por lo cual se hace la transformación según Sotolongo *et al.* (sf) considerando que el peso aproximado de 1000 semillas es 840 g, eso quiere decir que hay 1190 semillas/kg.

Para calcular la producción en el año se multiplicó el rendimiento medido por 4 ya que según Heller (1996), en regiones húmedas en las que se tiene un periodo de lluvias prolongadas como las de Talamanca, la floración se produce durante todo el año y tarda el fruto 90 días hasta que las semillas maduren para ser cosechadas. Eso quiere decir que se puede tener 4 producciones de semilla en el año.

Las estimaciones hechas en base a las mediciones no concuerdan con la información brindada por Gonzales (2012), quien menciona tener una producción de 4 kg/semilla seca/planta/año en base a mediciones en 5 árboles que los utiliza como ensayo.

Al igual que en el resto de iniciativas, en ninguna se hace cosechas exhaustivas, ya que no existe un mercado para la semilla, únicamente han hecho mediciones de producción en determinadas plantas.

5.2.1.5 COOPEPURISCAL

Tamaño: 37 parcelas de 1 y de ½ ha

Edad: variable, de 8 meses a 2,5 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Según el ITCR (2008), la precipitación promedio anual del cantón oscila entre 2500 y 4000 mm. y con pendientes mayores a 30% y en muchos casos superan los 60%. Esto coincide con las estimaciones de pendiente que se hicieron en cada una de las parcelas. Respecto a la altitud se encuentran entre los 250 y 1000 m.s.n.m.

Desarrollo de las plantaciones: Según Portillo (2012)²⁰, inicialmente llegaron a tener 37 productores con parcelas entre 1 y ½ ha., pero el proyecto ha tenido productores desertores, por enfermedad del propietario, negligencia, falta de compromiso, venta de los insumos, entre otros. Actualmente se cuenta con aproximadamente 30 parcelas.

El proyecto de *Jatropha* en Puriscal se ha ido llevando mediante etapas, es por eso que existen plantaciones recientes (8 meses) así como plantaciones con 2 años y medio de edad. Hay que tomar en cuenta que en la mayoría de las plantaciones se han hecho 2 o 3 resiembras, es por eso que existe gran variedad de plantas en las mismas parcelas.

El desarrollo de las parcelas en Puriscal ha sido bastante variado entre cada agricultor, debido a las diversas condiciones de cuidado y características biofísicas de cada finca. Se encontró parcelas que presentan un promedio de altura de las plantas de 64 cm y otras que llegan hasta 4 metros de altura.

El diámetro basal es otra de las variables medidas, y al igual que la altura, varía mucho entre plantas inclusive de la misma parcela. Existe una variación de promedios de diámetro basal entre 8 y 35 cm.

Al igual que en Talamanca, la mortalidad es un factor muy preocupante, ya que existen parcelas con un porcentaje de mortalidad del 80%, así como hay otras únicamente con el 10%. En promedio las parcelas han tenido una mortalidad de 35%, tomando en cuenta que en este porcentaje se está incluyendo las resiembras que han hecho los agricultores, porque en muchos de

²⁰ Comunicación personal: entrevista a Leonardo Portilla. Encargado del proyecto de *jatropha* COOPEPURISCAL, junio 2012.

los casos tuvieron pérdida total del cultivo. Es decir, si no tomamos en cuenta las resiembras, el promedio de mortalidad sería mucho mayor.

Prácticas de manejo: Las parcelas se manejan en extensiones entre 0,5 y 1 ha con espaciamientos de 3 x 1 m. Las densidades debido a la mortalidad en algunas parcelas varía entre 300 y 3000 plantas por parcela con material silvestre (lo cual según Fallas (2012)²¹ es una de las razones de su bajo desarrollo y rendimiento). En todas las parcelas se han aplicado fertilizantes, herbicidas, fungicidas, cal, entre otros productos, los cuales han sido entregados por la cooperativa a cada uno de los agricultores.

Por las condiciones de la zona, tienen que llevar a cabo hasta 6 limpiezas de maleza al año para mantener el cultivo, pero son pocos los agricultores que lo han hecho, obteniendo un 60% que han realizado entre 2 y 3 limpiezas de maleza al año. El resto no hacen limpiezas, es por eso que ha existido mucha mortalidad de las plantas de *Jatropha* en algunas parcelas.

A pesar que la cooperativa les entrega sellante para colocar en los cortes de las podas para evitar que se infecten, el 50% de los agricultores no han hecho podas en sus parcelas. Las podas realizadas han sido únicamente para fomentar la ramificación, no para controlar el crecimiento, es por eso que hay parcelas con plantas de hasta 4 metros de altura que en su momento dificultarán la cosecha.

Producción de frutos, cosecha: Montes (2008) menciona que la *Jatropha* puede iniciar la producción de frutos desde el primer año desde la siembra, y al cuarto o quinto año de edad llega a su máximo de producción. Este no es el caso de las plantaciones en Puriscal, pues existen plantaciones que están en el tercer año y aún no han empezado a producir. De las 14 parcelas visitadas, únicamente una llegó a su etapa de floración y producción de frutos pero con rendimientos demasiado bajos (1 fruta/rama y 6.7 ramas/árbol²²).

Dificultades mencionadas y perspectivas: Según los agricultores y el encargado del proyecto de *Jatropha* en COOPEPURISCAL, gran parte de las pérdidas se debieron a que se llevó a cabo una poda en el periodo de lluvia, ocasionando un aumento en la incidencia de hongos en la planta.

Según Fallas (2012), originalmente el proyecto fue planteado como una validación de tecnología, pero al sembrar demasiadas parcelas se reformuló el proyecto hacia la producción de biocombustible. Actualmente están haciendo nuevamente un replanteamiento del proyecto, no para manejarlo como biocombustible (muy poca extensión para producir biodiesel), sino manejar únicamente el aceite, para que los agricultores puedan utilizarlo en sus motores (trapiches, bombas de agua, vehículos que usan aceite, etc). Se piensa utilizar el aceite a nivel local apoyando hasta que se concluya la fase de agroindustria, para lo cual ya están buscando financiamiento y mediante cooperación alemana, recibieron una prensa para extraer el aceite de

²¹ Comunicación personal: entrevista a Jorge Fallas. Técnico del MAG Puriscal. junio 2012.

²² Estimación en base a medición de algunos árboles en la parcel

Jatropha. Se tiene pensado poner una prensa en 4 localidades (Zapatón, La Gloria, San Martín y Puriscal centro) para procesar las semillas.

5.2.1.6 RECOPE

Tamaño: 5 has

Edad: 3 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Las parcelas se encuentran establecidas en zonas planas con una altitud de 700 m.s.n.m. y una precipitación media anual de 2000 mm (ITCR 2008).

Prácticas de manejo: Las plantas han sido manejadas mediante podas para evitar el excesivo crecimiento y así sea más fácil la manipulación y colecta de los frutos. Las plantas llegan a una altura entre 1.5 y 1.8 m y con una ramificación abundante debido a las podas.

Los materiales sembrados provienen de India, Brasil y de la procedencia local Turrubares (Loaiza *et al.* 2012) y fueron plantados a una separación de 3 x 2.5 m. con una densidad de 1333 plantas por hectárea.

Producción de frutos, cosecha: La plantación está cursando su tercer año de desarrollo y recién está empezando a producir, es por eso que aún no han llegado a tener buenos rendimientos para cubrir la meta establecida por planta ($\frac{1}{2}$ litro aceite/planta/año)(Hernández 2012²³).

Esfuerzos adicionales reportados: Actualmente tienen ensayos de coberturas, distancia de siembras y manejo de malezas y plagas (principalmente ácaro blanco y antracnosis).

Dificultades mencionadas y perspectivas: En donde se encuentran estancados es en el área de mejoramiento genético, ya que todavía no es un cultivo domesticado, por lo que el flujo de cosecha es muy amplio y por ende los costos de cosecha son mayores (Hernández 2012).

5.2.1.7 UCR- Estación Experimental Fabio Baudrit

Tamaño: 3 parcelas ($\frac{1}{2}$ ha, y dos de $\frac{1}{4}$ de ha)

Edad: 1-5 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Las parcelas están establecidas en zonas planas con una altitud de 700 m.s.n.m., y una precipitación media anual de 2000 mm (ITCR 2008).

Prácticas de manejo: Parcela 1: La primera parcela tiene aproximadamente $\frac{1}{4}$ ha y se plantó la mitad en monocultivo de Jatropha con un espaciamiento de 0.5 x 1 m. Al tener tan poco espaciamiento las plantas no han tenido una buena ramificación y han llegado hasta una altura

²³ Comunicación personal: entrevista a Jesús Hernández. Investigador EEAFBM. julio 2012.

aproximada de 1.8 m. La otra mitad se plantó a una separación de 3 x 2 m intercalado con higuerilla. Al tener un mayor espacio entre planta, la ramificación ha sido mayor que la anterior. Todas las plantas están cursando su tercer año desde la plantación.

Parcela 2: Esta parcela es de $\frac{1}{4}$ de hectárea y es usada para comparar el desarrollo entre diferentes procedencias de *Jatropha*. El desarrollo ha sido variado debido a la edad (entre 1 y 2 años) y a que algunos orígenes se han adaptado mejor que otros. Se encuentran con una separación de 2 x 1 $\frac{1}{2}$ m.

Parcela 3: Es la más grande de las 3 parcelas de la Estación ($\frac{1}{2}$ ha) y la de mayor edad (5 años). Es un monocultivo con semillas de la India y estacas de Brasil. Se plantó con separación de 3 x 2 m. Estas plantas presentan una muy buena ramificación y llegan a medir hasta 2 m. de altura.

Producción de frutos, cosecha: Actualmente en las parcelas no se lleva un monitoreo constante de los rendimientos, lo que hacen es seleccionar las parcelas que tienen mejor producción para continuar su propagación. A consideración de Hernández (2012), encargado de los ensayos de *Jatropha* en la finca, el cultivo no está domesticado y con la tecnología actual en el país aún no es rentable la siembra del mismo. La producción esperada es: 23 kg fruta/ árbol/año = 7 kg semilla húmeda = 3 kg semilla seca = 1 litro de aceite, pero aún no han llegado a tener un buen rendimiento de las plantas como para que el cultivo sea rentable para los agricultores.

5.2.1.8 COOPEVAQUITA

Tamaño: 5 has

Edad: Manejada hasta los 3 años (actualmente ya no tienen)

Condiciones de la zona y de la parcela: Según el ITCR (2008), la precipitación promedio anual de la zona donde estaba ubicada la plantación es de 3500 mm. Las parcelas se encontraban en suelos planos situación que beneficia al desarrollo de la planta, a altitudes menores a los 100 m.s.n.m.

Prácticas de manejo: COOPEVAQUITA manejó el cultivo durante 3 años aproximadamente bajo un espaciamiento de 3 $\frac{1}{2}$ x 3 y según Gomez (2012)²⁴, fue manejado con un conocimiento rudimentarios de las prácticas de manejo y material genético para el cultivo. Llevaban a cabo entre 3 y 4 chapas al año para mantener limpio el terreno.

Producción de frutos, cosecha: una vez que la planta empezó a producir, hicieron algunas colectas eventuales, pero los rendimientos no convencieron a los agricultores. Hicieron pruebas de extracción del aceite con una prensa que adquirió la cooperativa, pero no les funcionó porque no extraía la cantidad necesaria.

²⁴ Comunicación personal: entrevista a José Gomez. Antiguo encargado del proyecto de *jatropha* COOPEVAQUITA. Julio 2012.

Esfuerzos adicionales reportados: Compraron una prensa para extraer el aceite de la semilla.

Dificultades mencionadas y perspectivas: La prensa para extraer el aceite de la semilla no les funcionó porque extraía un porcentaje muy bajo.

Gastaban demasiado en las chapias (aproximadamente 60.000 colones al año) con la mano de obra de la cooperativa y no veían recuperar su inversión. No sabían a quien vender la semilla ni el aceite, porque no existía un mercado para esos productos.

Por los factores mencionados anteriormente, luego de 3 años de trabajar con el cultivo que solo les representaba gastos y nada de ingresos, decidieron cambiar las 5 hectáreas de *Jatropha* por palma aceitera, cultivo que hasta la actualidad lo manejan.

5.2.1.9 COOPEDOTA, RL.

Tamaño: ½ ha

Edad: 5 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Las condiciones en las que se estableció el cultivo de *Jatropha* de la cooperativa son extremas para las necesidades de la planta. La zona tiene pendientes demasiado altas, llegando hasta los 60% (ITCR 2008). Las precipitaciones son igualmente altas, con un promedio anual de 4000 mm. y a diferencia de las otras iniciativas, esta se encuentra muy por encima del límite de altitud (1000 m.s.n.m) para la planta al estar situada sobre los 15000 m.s.n.m.

Prácticas de manejo: Según Ureña (2012)²⁵, para establecer la plantación trajeron semillas de *Jatropha* de Colombia pero nunca le dieron ningún tipo de manejo, las dejaron crecer libremente para analizar su desarrollo. Luego de 3 años aproximadamente de darle seguimiento al desarrollo de las plantas, se descuidó ya que no se la consideró como una buena alternativa en base a los resultados observados.

Producción de frutos, cosecha: Las plantas llegaron a su quinto año de edad y hasta ahora no han tenido producción de frutas y el desarrollo ha sido bastante lento.

²⁵ Comunicación personal: entrevista a Daniel Ureña. Encargado de Proyectos Sostenibles COOPEDOTA. agosto 2012.

5.2.1.10 FEDECAC

Tamaño: Desconocido

Edad: 3 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Las parcelas establecidas van desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m, distribuidas entre agricultores miembros de diferentes centros agrícolas cantonales y no fueron plantadas en bloque (Camareno 2012²⁶).

Prácticas de manejo: El proyecto inició en el 2008 pero no le han hecho ningún tipo de seguimiento. Se entregó semilla a algunos agricultores (no se tiene registro de cuantos) para que los siembre en sus fincas.

La mayor parte de las parcelas se perdió porque se utilizaron para la siembra orígenes silvestres, que no dieron buen resultado (Camareno 2012).

Producción de frutos, cosecha: No tienen registros.

Esfuerzos adicionales reportados: Actualmente se encuentra trabajando un proyecto conjuntamente con la FAO donde han implementado 25 ha de Jatropha en la zona.

Dificultades mencionadas y perspectivas: Utilizaron orígenes silvestres, no tuvieron buen resultado y se perdieron la mayor parte de las plantaciones.

Los productores se desmotivaron porque no existía un mercado para la semilla y no tenían a quien entregarle.

5.2.1.11 FAO

Tamaño: 25 has

Edad: 5 meses

Condiciones de la zona y de la parcela: La zona donde se lleva a cabo el proyecto tiene pendientes mayores a 60% con una altitud de 900 m.s.n.m. y una precipitación media anual de 3500 mm (ITCR 2008).

Producción de frutos, cosecha: Las plantaciones están cursando sus 5 meses de edad, por lo tanto aún no llegan a tener producción

²⁶ Comunicación personal: entrevista a Victor Camareno. Presidente de la FEDECAC. agosto 2012.

5.2.1.12 Centro Agrícola Cantonal de Abangares

Tamaño: 7000 m²

Edad: 4 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Según el ITCR (2008), la precipitación promedio anual de la zona donde estaba ubicada la plantación es de 2000 mm. Las parcelas se encuentran en suelos planos, situación que beneficia al desarrollo de la planta, a altitudes menores a los 100 m.s.n.m.

Prácticas de manejo La parcela fue plantada usando semillas y estacas para analizar si existe diferencias en el prendimiento, las cuales fueron sembradas a una separación de 2.5 x 2.5. Utilizaron material de Honduras la cual tuvo mejor resultado por presentar mayor ramificación y nativas traídas de Guanacaste. Aplican fertilizaciones al momento de la siembra, durante el desarrollo y al aplicar las podas. Aplican herbicidas para evitar la presencia de malezas.

Producción de frutos, cosecha: No tienen registros ya que esperan a que llegue a su pico de producción (5 años) para hacer un monitoreo de rendimiento. Actualmente solo han hecho colectas para ensayos de calidad de aceite.

Esfuerzos adicionales reportados: Cuenta con una prensa rústica la cual le sirve para extraer un máximo de 1 litro, pero no puede ser usada para el procesamiento de toda la semilla. Han hecho ensayos con distinto de podas para ver cual tiene mejor resultado

Dificultades mencionadas y perspectivas: Mencionan no haber tenido problema de plagas y en base a la producción aspiran hasta el quinto año llegar a producir al menos 1 litro por planta (Talavera 2012²⁷).

5.2.1.13 Hacienda La Tierrica

Tamaño: 20 has (de 50 plantadas)

Edad: 2 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Las condiciones en las que se estableció el cultivo de *Jatropha* en cuanto a precipitación son de 3000 mm al año, la altitud es de 200 m.s.n.m. y presentan pendientes entre 15-30% ITCR (2008).

Prácticas de manejo: Las parcelas están establecidas con espaciamientos de 2x2, 2x3 y 1x1 metros. Los ensayos iniciaron con material traídas de otras zonas de Costa Rica, pero al no

²⁷ Comunicación personal: entrevista a Joaquin Talavera. Encargado de manejo de parcela. noviembre 2012.

tener buenos resultados, consiguieron semillas de India (Franco 2012²⁸). El primer año hicieron 3 podas pero el segundo año se abandonó las plantaciones porque desconocen sobre el procesamiento del biodiesel y no han conseguido una buena prensa para la extracción del aceite. No aplican ningún tipo de fertilizante. Todavía hacen chapias eventuales para mantener las plantas.

Producción de frutos, cosecha: Empezaron a producir desde el primer año pero nunca hicieron cosecha completa. En algunas plantas estimaron que la máxima cosecha era entre 0.5 y 1 kg de semilla por planta/año.

Esfuerzos adicionales reportados: Hicieron algunos ensayos de distanciamiento y podas. Llevaron semilla a prensas de otras personas para ver la calidad del aceite y resulto ser bueno.

Dificultades mencionadas y perspectivas: De las 50 has originales, se perdieron aproximadamente 30 debido a que estaban localizadas en tierras inundables, lo cual aumentó la incidencia de hongos. La parte que sobrevivió es la que se encuentra en laderas. Luego de manejar la plantación un año, la consideraron que no era una buena alternativa debido al desconocimiento de extracción del aceite. No pudieron encontrar una prensa que les resulte adecuada y para la capacidad que necesitaban.

5.2.1.14 Grupo H&M

Tamaño: 12 has

Edad: 3.3 años

Condiciones de la zona y de la parcela: Según el ITCR (2008), la precipitación promedio anual de la zona donde estaba ubicada la plantación es de 4000 mm. Las parcelas se encontraban suelos planos llegando a pendientes máximas de 15% ya altitudes menores a los 400 m.s.n.m.

Prácticas de manejo: Tienen 12 hectáreas de ensayos con materiales de distintos orígenes (India, Brasil, Nicaragua y nativa proveniente de San Carlos). Han hecho ensayos con distinto tipo de podas, distanciamientos. No aplican ningún tipo de fertilizante. Todavía hacen chapias eventuales para mantener las plantas.

Producción de frutos, cosecha: Empezaron a producir desde el primer año y hacían cosechas totales en la parcela, pero les resultaba demasiado costoso por la mano de obra que requería, por lo cual dejaron de hacerlo. Luego de algunos análisis de costos, nunca llegaron siquiera a que el aceite les cueste lo mismo que el combustible fósil. Hicieron una estimación de rendimientos, la cual estaba aproximadamente en 0.5 kg de semilla/planta/año.

²⁸ Comunicación personal: entrevista a Melvin Franco. Encargado de manejo de la finca. noviembre 2012.

Esfuerzos adicionales reportados: Distintos tipos de ensayos, con materiales de distinto origen, podas y espaciamiento. Compraron una descascaradora pero les faltaba la prensa.

5.2.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO

Tomando en cuenta la revisión de literatura inicial, se identificaron los principales factores que afectan al rendimiento (condiciones climáticas y de manejo). Donde se identificaron los rangos considerados como óptimos en la literatura y se compararon con los de las parcelas en Costa Rica. Esta comparación permite entender el desarrollo y rendimiento que han tenido cada una de las parcelas en base a las condiciones específicas de cada uno.

5.2.2.1 Condiciones climáticas y de terreno

Como se presenta en la sección de resultados, las condiciones donde fueron establecidas gran parte de las parcelas son condiciones extremas para la planta, por estar fuera de los rangos óptimos de precipitación y pendiente principalmente. Esto demuestra que para establecer el cultivo se vinculó con la idea que la *Jatropha* es apta para desarrollarse en cualquier tipo de terreno (Francis 2005, Kumar *et al.* 2008) y los criterios para seleccionar los terrenos fueron netamente sociales o financieros y no agroecológicos.

De las 14 iniciativas que llegaron a establecer la plantación, 7 (EEFBM, RECOPE, Centro Agrícola Cantonal de Abangares, Hacienda la Tierrica, COOPETALAMANCA, Green Acres, GFE Global) se encuentra por debajo de los 3000 mm anuales de pluviosidad, como se observa en la Figura 7. Lo cual según Foidl (1996) es el límite de resistencia de la planta para lo presentar problemas de hongos. Dentro de esas iniciativas, se encuentran las plantaciones de mayor escala en el país y con mayor rendimiento reportado y medido.

En el caso del proyecto de implementación de parcelas en Puriscal es una muestra clara de lo mencionado, quien por cumplir con su meta de 40 agricultores, no se tomó en cuenta las condiciones de la zona. Han presentado mortalidades del 100% en algunas parcelas que tuvieron que replanta y alta incidencia de hongos (5 parcelas de las 13 visitadas).

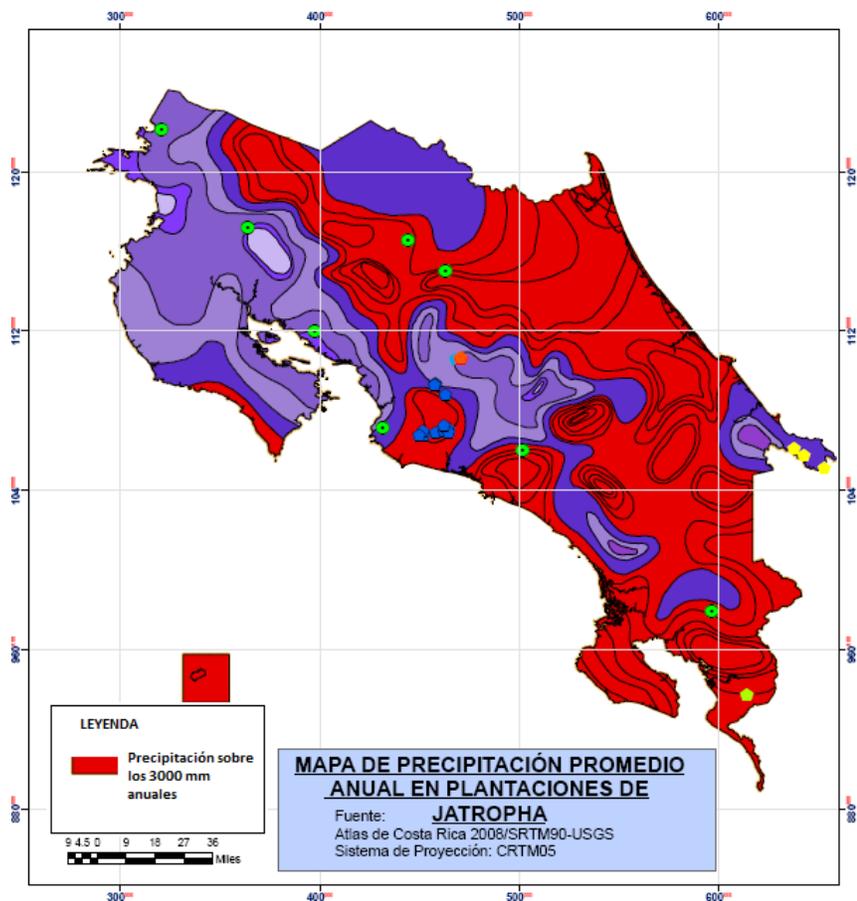


Figura 7: Mapa precipitación promedio anual en plantaciones de *Jatropha*

En la figura 8 se presentan fotos con evidencia de hongos presentados en las parcelas de Puriscal debido a las fuertes precipitaciones de la zona



Foto: David Palacios. Puriscal 2012

Figura 8: Evidencia de hongos afectando las plantas de *Jatropha*

Según mencionan Achten *et al.* (2008) y FACT (2010) la pendiente de la superficie no debe superar los 30°, pero fue otro factor que no se consideró al establecer la *Jatropha* en Puriscal, ya que 9 parcelas presentaron una pendiente de 45% o mayor.

5.2.2.2 Manejo de las plantaciones

Al igual que en cualquier cultivo, la *Jatropha* necesita un adecuado manejo para tener un buen desarrollo. FACT (2012) menciona que la *Jatropha* sobrevive cubierta por la maleza, pero el crecimiento y la producción serán mínimos.

Al analizar el efecto de los rendimientos con las prácticas de manejo, podemos evidenciar que las parcelas que se usan prácticas de manejo como podas, chapias, y deshierbes son las que presentan mayor rendimiento (GFE, Green Acres y Finca San Carlos). Las parcelas visitadas en Puriscal son una muestra de lo mencionado, donde aproximadamente la mitad de los agricultores no han hecho podas ni deshierbes y presentan un alto grado de mortalidad de las plantas y nada de producción.



Figura 9: Deficiente manejo de malezas

Otro factor muy importante en el manejo de la planta de *Jatropha* es un manejo adecuado de las podas. Ayuda a la producción de más ramas y a estimular una buena y saludable

inflorescencia, para de esta manera mejorar el rendimiento de las semillas (Achten *et al.* 2008). Las iniciativas que reportaron tener los mayores rendimientos son las que manejan un programa constante de podas. GFE mencionó que el éxito de sus plantas se debe a las podas, ya que en base a eso han logrado tener entre 70-80 ramas lo cual afecta positivamente a la producción de frutos.

En la figura 10 se puede observar la diferencia entre 2 plantas de *Jatropha* de la misma edad (3 años), donde la una sin manejo de podas presenta un crecimiento longitudinal de hasta 2.5 metros de altura y sin producción de ramificaciones laterales. La otra manejada con podas no sobrepasa 1.5 m de altura y cuenta con abundante ramificación.



Figura 10: Diferencia entre planta manejada con y sin podas

Otro factor importante y que en muchos de los casos fue determinante para desarrollo adecuado o pérdida de las plantaciones (FEDECAC, COOPEPURISCAL y Finca San Carlos), fue la falta de selección de material genético adecuado. En las iniciativas que se uso material nativo/silvestres, demostraron tener menor rendimiento que material de procedencias conocidas como la Cabo Verde, La India y Brasil.

5.2.3 RENDIMIENTOS EN COSTA RICA

El principal argumento al fomentar plantaciones de *Jatropha* es que tiene altos rendimientos de semilla y por ende su producción de aceite es alta. Al visitar las parcelas, 12 de las 15 a pesar de tener cerca de 2 años de edad, aún no tenían producción. Las que si habían llegado a fructificar no llegaban a un rendimiento mayor de 0.5 kg de semilla seca/planta/ año. Lo que en una parcela de 2000 plantas sería un rendimiento aproximado de 1000 kg/ha/ años, rendimiento muy por debajo de lo presentado por Foild 1996 en Nicaragua para plantaciones de la misma edad (2 años) con 2327 kg/ha/año.

En el caso de los rendimientos reportados, 6 iniciativas mencionan tener rendimientos entre 0 hasta un máximo de 3 kg de semilla/planta/año. Los actores de mayor escala en Costa Rica reportan los rendimientos mas altos (22.6 kg de semilla seca/planta/año GFE y 8 kg Green Acres). Cabe mencionar que los datos reportados por GFE y Green Acres, son basados en información brindada por los respectivos dueños o encargados de las iniciativas y no concuerdan con ningún dato en la literatura. Según FACT (2010) y Foidl (1996) en el proyecto de Tempate en Nicaragua, los rendimientos máximos para una plantación de *Jatropha* en buenas condiciones de suelo e irrigación llegaron a 4.5 kg de semilla seca/planta/ha. Este rendimiento está muy por debajo de lo reportado por dichas iniciativas. Esto puede obedecer a reportes exagerados para promoción del cultivo o a generalización en base a plantas con mayores rendimientos.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los rendimientos presentados por las plantaciones en el país y las condiciones de cada una:

Cuadro 13: Detalle de las plantaciones y rendimientos en kg de semilla seca por plata, para las iniciativas de Costa Rica

Iniciativa	Edad (años)	Pend. ²⁹	Prec¹ (mm/año)	Altitud¹ (m.s.n.m.)	Densidad de siembra	Origen del material	Rend. anual/planta (kg de semilla seca)	Fuente
GFE Global	5	0-5%	2000	100-200	2500 p/ha	India	22.6 ³⁰	(Mora 2012 ³¹)
Green Acres-CFELA	6	0-2%	3000	100		14 distintas	8 ¹⁸	(Haeberer 2012)
Finca San Carlos	4	25-40%	5500	600	2000 p/ha	Nativa, India y Cabo Verde	1-3	(Morales 2012 ³²)
Coopetalamanca	3 y 1	0-5% ³³	3000	50	500-800 p/parcela	India y Nativa (Guanacaste)	0.5	Mediciones de campo
Coopeturiscal	1-2 ^{1/2}	30-60%	2500 – 4000	250-1000	500-3000 ³ p/parcela	Nativa	0	Mediciones de campo
RECOPE	3	0-2%	2000	700 ³	1333 p/ha	India, Brasil, y Nativa (Turraabares)	s.d	(Hernández 2012 ³⁴).
UCR-EEFBM	1-5	0-5%	2000	800 ³	Variado	India y Brasil	s.d	(Hernández2012).
Coopevaquita	3	0-2%	3500	100 ³	1000 p/ha	India	s.d	(Gómez. 2012 ³⁵).
COOPEDOTA	5	30-60%	4000	1500		Colombia	0	(Ureña 2012 ³⁶)
FEDECAC	3			0-1500		Nativa	s.d	
FAO	5 meses	>60%	3500	900		Cabo Verde, Brasil y Honduras	s.d	(Díaz 2012 ³⁷)
C.A. Cantonal Abangares	4	0-15%	2000	100	Variado	Honduras y nativa	s.d	(Talavera 2012 ³⁸)
Hcda. La Tierrica	2	10-30%	3000	200	Variado	India	0.5 - 1	(Franco 2012 ³⁹)
Grupo H&M	3.3	1-15%	4000	200-400	Variado	India, Brasil, Nicaragua, Nativa	0.5	(Herrera 2012 ⁴⁰)

²⁹Datostomadosde la información cartográfica del atlas de Costa Rica 2008

³⁰ Rendimientos demasiado altos reportados por efectos de publicidad del cultivo

³¹ Comunicación personal: entrevista a Henry Mora. Encargado del cultivo de jatropha GFE Global. julio 2012.

³² Comunicación personal: entrevista a Fabio Morales. Administrador de la Finca San Carlos. Agosto 2012.

³³Mediciones de campo

³⁴ Comunicación personal: entrevista a Jesús Hernandez. Investigador EEAFBM. julio 2012

³⁵ Comunicación personal: entrevista a José Gomez. Ex encargado de jatropha COOPEVAQUITA. julio 2012.

³⁶ Comunicación personal: entrevista a Daniel Ureña. Proyectos Sostenibles COOPEDOTA. agosto 2012.

³⁷ Comunicación personal: entrevista a Esteban Díaz. Encargado del proyecto de Jatropha FAO. agosto 2012.

³⁸ Comunicación personal: entrevista a Joaquin Talavera. Manejaba la plantación. Noviembre 2012.

³⁹ Comunicación personal: entrevista a Melvin Franco. Encargado de la Hcda. La Tierrica. Noviembre 2012.

⁴⁰ Comunicación personal: entrevista a Oscar Herrera. Socio/propietario de H&M. agosto 2012.

Cabe recalcar que los datos no son en base a cosechas totales, sino a monitoreo y estimaciones que llevan a cabo las iniciativas en determinadas plantas. En las parcelas visitadas, son en base a mediciones en 15 plantas escogidas al azar en cada parcela. Hasta el momento en ninguna iniciativa se llevan cosechas exhaustivas y constantes con fines de comercialización ya que todas se encuentran en una etapa de prueba.

Como hemos podido observar en esta sección, los rendimientos en las plantaciones de Costa Rica son bastante variados y las que tienen menor desarrollo y rendimiento son las iniciativas a pequeña escala. Tomando en cuenta que la mayor cantidad de iniciativas van enfocadas a este tipo de productores, es necesario analizar las características de los actores involucrados con estas plantaciones a pequeña escala y sus motivantes o incentivos para su involucramiento. En la siguiente sección podemos encontrar una descripción de estos actores.

6 ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE PROPIETARIOS DE PARCELAS DE JATROPHA, A PEQUEÑA ESCALA.

El discurso de promoción de la *Jatropha* en la mayoría de los proyectos es que se trata de un cultivo apropiado para los pequeños agricultores que poseen tierras donde no se puede cultivar alimentos. Achten *et al.* (2009) considera que la promoción que se le ha dado al cultivo puede ser aprovechada para incrementar el desarrollo rural mediante la consideración de pequeña escala. Esto basados en el uso del aceite de manera local, con pequeñas plantaciones, sistemas agroforestales o con cultivos intercalados de *Jatropha*.

A nivel mundial la promoción de este cultivo se hace con el argumento de que la semilla se puede prensar y obtener de ella aceites tanto para el biocombustible como para la fabricación de jabón. Sin embargo, información reciente señala que el escaso conocimiento de los impactos y potencialidades de plantaciones de *Jatropha* podría llevar a situaciones riesgosas en forma de prácticas insostenibles, sobre todo en los países en vías de desarrollo (Benge 2006).

En el país, la idea de producción a pequeña escala es ampliamente compartida por muchas de las iniciativas, y muestra de ello es que la mayoría enfocan su discurso en usar la *Jatropha* como medio para diversificar las actividades productivas de los agricultores. Es por eso que este en este capítulo nos enfocaremos a entender las características socioeconómicas de los productores a pequeña escala involucrados con *Jatropha* en el país. Para esto se trabajó con dos de las iniciativas cooperativistas que han tenido mayor continuidad (COOPETALAMANCA.SOS y COOPEPURISCAL) con el fin de identificar algunas características socioeconómicas determinantes para su involucramiento.

Esta sección proporciona información de cómo factores socioeconómicos influyen en la intención de los productores para involucrarse con el cultivo de *Jatropha*. Cabe mencionar que los resultados presentan limitaciones principalmente por el tamaño de la muestra, que es muy pequeño y no permite generalizar para todos los actores a pequeña escala en el país. Pero se obtuvieron resultados similares a obtenidos en estudios similares, lo cual permite su validación. También hay que mencionar que ninguno de los productores ha adoptado formalmente la *Jatropha*, definiendo la adopción como la implementación de una tecnología en la finca, después que se retira la cooperación técnica externa (Sain 1999).

6.1 METODOLOGÍA PARA DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Originalmente la presente tesis estaba enfocada al análisis del impacto en los medios de vida del cultivo de *Jatropha*, en dos cooperativas costarricenses y sus miembros involucrados. Para lo cual se llevaron a cabo visitas a las fincas con *Jatropha* y en cada una, se mantuvo una entrevista con el jefe de hogar (figura 11). Se aplicó la entrevista a 13 familias de Puriscal (de un total de 30 en el cantón) y 3 en Talamanca (100% del total). Cada entrevista tuvo una duración de 30 a 40 minutos aproximadamente.



Figura 11: Entrevista a jefes de hogar

Una vez realizadas las entrevistas, resultó evidente que el análisis propuesto sería demasiado hipotético debido a la falta de información que se podía obtener sobre las plantaciones de *Jatropha* en el país, por la corta edad de las iniciativas y la falta de parcelas con producción y cosecha de frutos.

Es por eso que se modificó la forma de realizar las entrevistas y se decidió determinar las características socioeconómicas que presentan los pequeños agricultores que se han involucrado con *Jatropha* en el país. Esto con el fin de entender las condiciones de los actores a pequeña escala, que están dispuestos a entregar una parcela de su finca para hacer ensayos con este cultivo. Para lo cual se elaboró un cuadro con características adaptadas del estudio adopción de *Jatropha* llevado a cabo en Honduras por Chango (2009) y otras consideradas importantes por el autor. A continuación se puede observar el cuadro con la descripción de cada una de las características:

Cuadro 14: Cuadro de características analizadas en las familias de Puriscal y Talamanca

ASPECTO	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Características de la finca	Tenencia del tierra	Se analizó si los tipos de tenencia (propio, alquilado, prestado) tienen que ver con la decisión de los agricultores en involucrarse con el cultivo
	Tamaño de la finca	Se analizó si los propietarios con mayores tamaños de finca son los más propensos para adoptar este tipo de prácticas
	Cultivos desplazados	Se analizó la influencia de la <i>Jatropha</i> sobre el uso de suelo previo.
Características del hogar	Tamaño del hogar	Se analizó si los hogares con mayor número de personas adultas son los que tienen preferencia por este tipo de cultivos debido a la mano de obra requerida
Características del Jefe de hogar	Edad	Se analizó si los jefes de hogar que decidieron trabajar con <i>Jatropha</i> son en su mayoría de edad avanzada, o son personas jóvenes
	Educación	Se analizó si los jefes de hogar involucrados con <i>Jatropha</i> llegaron a niveles altos o bajos de educación formal
	Ocupación	Se analizó si los jefes de hogar involucrados con <i>Jatropha</i> son en su mayoría agricultores o tienen otras ocupaciones
	Mano de obra familiar	Se analizó si los jefes de hogar involucrados con <i>Jatropha</i> trabajan en su finca o contratan personal externo.
Participación de institución promotora	Miembro de cooperativa promotora	Se analizó si las familias que trabajan con <i>Jatropha</i> son únicamente socias de cooperativas promotoras, o también externas
	Asistencia técnica	Se analizó si todas las familias que trabajan con <i>Jatropha</i> han recibido asistencia técnica sobre el cultivo.
	Incentivos	Se analizó si las familias que trabajan han recibido incentivos, y de que tipo de incentivos.
	Conocimientos de uso de la <i>Jatropha</i>	Se analizó si las familias involucradas con el cultivo tienen conocimiento de los usos que tiene la planta.

6.2 RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

6.2.1 ANÁLISIS DE ASPECTOS IDENTIFICADOS

6.2.1.1 Características de la finca

Uno de los principales factores para definir las características de los agricultores involucrados con *Jatropha* es el análisis de la finca que poseen. Dentro de ese factor, se toma en cuenta la tenencia de tierra, para identificar si los agricultores cuentan con terrenos propios, alquilado o prestado. En este aspecto, en ambas zonas (Talamanca y Puriscal) los agricultores mencionaron ser propietarios de los terrenos donde se estableció la plantación de *Jatropha*, es decir se puede concluir que un agricultor que trabaja en su propio terreno tiene más seguridad para hacer ensayos con un cultivo de largo plazo en comparación con uno que no es propietario.

Respecto al tamaño de la finca, es bastante variable la extensión de éstas. En Talamanca tienen desde 6 hasta 120 has y 2 de las 3 fincas tienen una extensión mayor a las 50 has. En Puriscal de las 13 fincas visitadas, 6 tienen más de 10 has y varían entre 2 y 70 has. Los cultivos de *Jatropha* en su mayoría ocupan un pequeño porcentaje de la finca, en Talamanca ocupa en una finca 0.7 ha y la otra 1 hectárea. Algo similar se apreció en Puriscal, donde los cultivos no superan una hectárea de cultivo y lo mínimo que tienen es media ha. El pequeño tamaño de las parcelas se debe a que es un cultivo de prueba, y como mencionaron algunos agricultores, en caso de que a futuro mejoren las condiciones para comercialización y tengan buenos rendimientos, estarían dispuestos a incrementar la extensión.

El cultivo desplazado para la plantación de *Jatropha* en Talamanca (2 de los 3 agricultores) fue el plátano, que es el cultivo de mayor representación agrícola en la zona (más de 2000 hectáreas, lo que representa más de la mitad del área cultivada 56.3% según Rojas *et al.* (2007). En Puriscal los cultivos desplazados fueron el maíz (5 agricultores) y frijol (4), cultivos temporales usados por los agricultores para subsistencia.

6.2.1.2 Características del hogar

El tamaño del hogar fue considerado dentro de las variables a medir bajo el supuesto que las familias involucradas con *Jatropha* tendrían más personas adultas en la casa para ayudar con las labores de mantenimiento. Pero las familias estudiadas no muestran una fuerte tendencia hacia hogares con muchos miembros adultos, ya que en Puriscal 6 de los 13 hogares tienen menos de 3 miembros mayores de 15 años. En Talamanca es similar ya que únicamente tienen 2 miembros mayores a los 15 años.

Respecto a servicios básicos, todos los hogares entrevistados cuentan con agua potable y electricidad.

6.2.1.3 Características del jefe de hogar

Se analizó las características del jefe del hogar bajo el supuesto que la decisión de involucrarse con un cultivo nuevo es tomada por él. Es por eso que en la presente investigación hemos tratado de definir algunas características como rango de edad, nivel de educación y ocupación para analizar si son determinantes para su involucramiento.

Los hogares que actualmente trabajan con *Jatropha* en su mayoría tienen jefes de hogar de edad avanzada, tal es el caso en Talamanca donde los agricultores oscilan entre los 44 y 64 años de edad y para el caso de Puriscal entre 32 hasta 66 y con un promedio de 57 años.

De los 16 hogares entrevistados en ambas zonas, únicamente 1 agricultor no ha asistido a un centro de educación formal, el resto han culminado o completado parcialmente al menos la primaria. Respecto a la ocupación de los jefes de hogar, en Talamanca todos son netamente agricultores ya que es una zona agrícola por excelencia, donde la principal actividad productiva es el plátano (Rojas *et al.* 2007). En Puriscal 7 jefes de hogar se dedican netamente a la agricultura, 5 a una combinación entre agricultura y ganadería y solo 1 se dedica a la ganadería como única actividad productiva.

6.2.1.4 Participación de institución promotora

A pesar que en Puriscal el cultivo de *Jatropha* era preferencial para los asociados de la cooperativa, únicamente 2 de los entrevistados son miembros, el resto (11) son externos a COOPEPURISCAL. La razón de esto es porque el objetivo del proyecto era hacer ensayos con 40 agricultores, y al no estar interesados los miembros tuvieron que recurrir a otros. A diferencia de Talamanca que los 3 agricultores son miembros activos de COOPETALAMANCA.

Respecto a la asistencia técnica, en ambos casos, por ser promovidas por las cooperativas, en algún momento del desarrollo del cultivo recibieron asistencia por técnicos especializados en el tema. En el caso de COOPEPURISCAL, con ayuda del MAG se realizan visitas periódicas a los agricultores para entregar insumos y ver el desarrollo del cultivo.

Una característica determinante para que los pequeños agricultores se hayan involucrado con el cultivo de *Jatropha* ha sido los incentivos entregados por las cooperativas hacia los agricultores. En Talamanca únicamente se les entregó las semillas para su siembra, pero en Puriscal los incentivos fueron mucho mayores, ya que se llevaron a cabo estudios de suelo, entrega de semillas, herbicida, bomba de espalda, alambre de púas, abono, Fungicida, insecticida, nematicida y cal (estos insumos se entregaron de acuerdo al desarrollo y necesidades de cada cultivo). El problema de esta distribución de insumos es que la cooperativa no tiene forma de controlar si los insumos entregados son utilizados efectivamente en la parcela de *Jatropha* o en otros cultivos.

Sería lógico esperarse que todos los agricultores que tienen plantación de *Jatropha*, conozcan sobre los usos del cultivo, pero en el caso de Puriscal 5 agricultores plantaron

únicamente porque les entregaron los insumos gratis, pero ni siquiera saben para que sirve la especie. El restante (8) sabe a manera general que la semilla se usa para la producción de biocombustible pero no conocen el procesamiento que deben darle.

6.2.2 DETERMINANTES DE CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE ACTORES A PEQUEÑA ESCALA

En la muestra seleccionada los agricultores no han adoptado efectivamente el cultivo. Esto se concluye debido a que aún continúan recibiendo algún tipo de incentivo, y que no les genera ningún tipo de ingreso a las familias. Estos incentivos son la principal razón por la cual productores a pequeña escala se involucran con el cultivo. Esta conclusión coincide con los resultados obtenidos por Chango (2009) quien menciona que los productores que reciben asistencia técnica e insumos de manera constante, tienen éxito de adoptar *Jatropha* en sus parcelas, puesto que no incurren en gastos por sus propios medios. En ese sentido Pattanayak *et al.* (2003) menciona que en la adopción de nuevas tecnologías agrícolas, el componente económico y financiero desempeñan una fuerte influencia sobre las decisiones de adopción. Razón por la cual las iniciativas trabajan con la entrega de incentivos, pero según Bengue (2006) en muchos casos eso lleva al fracaso a los proyectos al momento en que el financiamiento se agota.

A diferencia del estudio de Chango (2009), quien no encontró como característica determinante la propiedad del terreno, en los agricultores de Talamanca y Puriscal se consideró importante ya que todos los involucrados cuentan con títulos de propiedad. Lo cual brinda mayor seguridad al agricultor para involucrarse con un cultivo de largo plazo en comparación con uno que no tiene el recurso de su propiedad.

Al trabajar a través de cooperativa promotora es de esperarse que la mayor parte de involucrados con *Jatropha* sean miembros, pero al momento de las encuestas fue evidente que eso no es una característica determinante ya que en Puriscal de los 13 productores únicamente 2 son miembros a diferencia de Talamanca en donde todos son miembros.

Otra característica determinante considerada fue la asistencia técnica ya que todos los agricultores que aún conservan sus cultivos reciben asistencia por parte de la cooperativa. Resultado validado en el estudio de Chango (2009) quien concluye que los productores que reciben asistencia técnica e intervención del promotor del proyecto, tienen éxito de adoptar *Jatropha* en sus parcelas, ya que al ser un cultivo nuevo, no tienen experiencia en cuanto a las prácticas que se debe realizar, por lo tanto necesitan de manera estricta la asesoría permanente de los expertos.

7 PERSPECTIVAS PARA EL CULTIVO EN EL PAÍS EN BASE A LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO.

En el país existen aproximadamente 350 has de *Jatropha* y continúa la promoción del cultivo por parte de algunas iniciativas. En base a eso, es necesario analizar los posibles mecanismos de desarrollo que tendrían las plantaciones para de esta manera aprovecharlas, ya que los actores han invertido tiempo y dinero para el desarrollo de la plantación.

Con estos antecedentes, se consideró necesaria la ejecución de un taller con los actores involucrados con plantaciones en el país, para analizar el desarrollo de la *Jatropha* en base a la situación actual y las perspectivas de cada uno.

7.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE PERSPECTIVAS

La metodología del presente capítulo se fundamenta en la validación de los resultados preliminares sobre el análisis de la situación actual del cultivo de *Jatropha* en Costa Rica a través de los actores involucrados directamente con plantaciones e investigación del cultivo. Para lo cual se llevó a cabo un taller de trabajo con los actores, con el fin de recibir una retroalimentación de los insumos obtenidos en la presente investigación.

Taller con actores involucrados

Participantes: La convocatoria se hizo a todos los actores que manejan plantaciones o proyectos de investigación sobre *Jatropha* en el país. Se logró tener una buena participación con 13 participantes, los cuales pertenecía a instituciones de gobierno (MAG), responsables de proyectos con *Jatropha*, e investigadores sobre el cultivo.

Objetivo: El primer objetivo del taller fue validar la información obtenida a través de las distintas iniciativas y conclusiones de la investigación. El segundo fue analizar mediante la participación de los invitados las perspectivas que tiene la *Jatropha* en base a la situación actual.

Dinámica del taller: Primeramente se hizo unas presentaciones organizadas de la siguiente forma:

1. Perspectiva del gobierno de la situación de la *Jatropha* en el país (presentación preparada por Alonso Acuña Coordinador del Programa Nacional Biocombustibles)
2. Investigaciones realizadas en CATIE sobre el cultivo
3. Resultados obtenidos en la presente investigación sobre la situación actual del cultivo

Posteriormente se hizo un trabajo de discusión (figura 11) y análisis de la situación del cultivo en base a las presentaciones de la primera jornada y discusión de dos de los escenarios planteados por la investigación



Figura 12: Discusión entre actores involucrados con Jatropha en Costa Rica

7.2 RESULTADOS DE PERSPECTIVAS

7.2.1 Validación del diagnóstico

Mediante el desarrollo del taller se logró validar la información obtenida en la presente investigación, la cual posteriormente fue discutida con todos los asistentes al mismo. Los principales aspectos analizados fueron respecto a las limitantes del cultivo en el país, los se describen a continuación:

Jatropha es un cultivo no domesticado: Los actores estuvieron de acuerdo en que el cultivo no se encuentra suficientemente estudiado y por ende no se cuenta con una producción de semillas de calidad para su distribución. Un factor mencionado como importante sobre el cultivo es la cosecha, ya que tiene un flujo demasiado amplio lo cual incrementa los costos de mano de obra.

Según la presentación elaborada por Jorge Acuña, la posición oficial del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), es investigar sobre la Jatropha, pero hasta el momento no es una especie apta para la producción.

En los resultados presentados se demostró que la distribución de material genético de orígenes desconocidos es una de las causas de la deficiencia de producción en iniciativas como FEDECAC, COOPEPURISCAL y finca San Carlos.

No existe mercado para la semilla de Jatropha: La existencia o no de un mercado para comercializar la semilla, ya sea para propagación o para extracción de aceite es un tema muy debatido, principalmente entre las iniciativas a gran escala y mayor capacidad de inversión y las de pequeña escala subsidiadas en base a donaciones. El representante de Green Acres (C-Fela) mencionaba que la demanda es mayor que la oferta, debido a que existen muchas empresas dispuestas a comprar el biocombustible. Por su parte COOPETALMACANCA.SOS y COOPEPURISCAL mencionaron que la falta de demanda es lo que desmotiva a sus proyectos a la producción de biocombustible.

A pesar que las iniciativas buscan generar rendimientos adecuados de semilla para su posterior comercialización, en los actores no existe certeza de la existencia de un mercado interesado en el cultivo. Han sido incentivados a trabajar con Jatropha con fines comerciales sin tener claridad en lo que harán una vez que las plantaciones lleguen a tener producción. La actual propagación del cultivo se hace principalmente a través de estacas, lo cual limita la venta de producción de los agricultores para este fin.

De las iniciativas investigadas, COOPEVAQUITA quitó las plantas por no tener a quien vender su producción de semilla y el resto aún no ha logrado comercializar la semilla para producción de aceite ni el biodiesel en el mercado.

Condiciones climáticas: Como se evidenció en la sección 5 de rendimientos, la Jatropha al igual que cualquier cultivo necesita cumplir ciertos requerimientos para desarrollarse de forma adecuada. Condiciones que no se presentan en la mayor parte de los terrenos de Costa Rica. En el mapa presentado anteriormente (figura 7) se puede evidenciar las zonas del país donde la precipitación promedio anual sobrepasa los 3000 mm y abarca aproximadamente la mitad de las plantaciones del país. Estas parcelas exceden lo requerido por el cultivo y aumentan la incidencia de plagas en las mismas. De las plantaciones establecidas 6 iniciativas están en zonas con precipitaciones mayores a los 3000 m.s.n.m. En el caso de las parcelas visitadas en Puriscal, las cuales sobrepasan este rango, 6 de los agricultores reportaron haber tenido problemas con hongos y al momento de la visita 3 parcelas lo presentaron.

Mal manejo de las plantaciones: Principalmente en las iniciativas a pequeña escala, se evidencia un manejo deficiente en las plantaciones de Jatropha. Como se menciona en la revisión de literatura, las podas y limpiezas de la parcela son factores esenciales para el buen desarrollo de la planta, pero ninguna de las iniciativas cooperativistas lleva un programa adecuado de manejo. Las plantaciones son manejadas rudimentariamente lo cual genera alta mortalidad de las plantas o el crecimiento excesivo lo cual luego dificulta las actividades de cosecha.

7.2.2 Perspectivas de desarrollo del cultivo según los actores

A pesar de las distintas percepciones con los representantes de las iniciativas del país que estuvieron presentes en el taller, todos estuvieron de acuerdo que la *Jatropha* por si sola no es un cultivo rentable para la generación de biocombustible. Tomando en cuenta eso, se generaron propuestas de perspectivas de desarrollo del cultivo en base al estado actual y a las percepciones de los actores.

7.2.2.1 Fase exploratoria del cultivo

La evidencia de experiencias poco exitosas con el cultivo no es vista como un completo fracaso por parte de los actores, ya que consideran que en base a esos ensayos se ha generado experiencia durante varios años en base a la planta. Esta experiencia no debe ser descontinuada hasta conseguir una semilla de calidad y apropiada para la distribución.

En este sentido la EEFBM continúa trabajando en la domesticación del cultivo para su futura promoción, pero también existen iniciativas privadas como GreenAcres, GFE Global, y Finca San Carlos que trabajan independientemente en el mismo tema. Otras instituciones de investigación como el CATIE también han desarrollado estudios principalmente en propagación de la *Jatropha*.

Esta investigación debe ser divulgada y compartida entre los actores para evita duplicidad de esfuerzos, ahorra recursos, prioriza temas, y sinergia de esfuerzos respecto al tema. Para lo cual según Alonso Acuña, es necesario mantener, apoyar y promover instancias como el PITTA, la cual considera como una herramienta de vital importancia que ningún otro país Centroamericano la tiene.

Un aspecto importante es que durante esta fase y hasta lograr obtener una semilla de calidad, el cultivo no debe ser promovido como cultivo comercial, sin antes haber sido validado en modelos productivos exitosos.

7.2.2.2 *Jatropha* como cultivo de transición para biocombustible

Una alternativa propuesta por los bajos rendimientos presentados en las plantaciones del país, es el uso de la planta como cultivo de transición o alternativa de ingreso conjuntamente con otras actividades. Tal es el caso de GreenAcres que utiliza la *Jatropha* para generar ingresos hasta que el Coyol (*Acrocomia aculeata*) empiece a producir. Utilizan también la higuera (*Ricinus communis*) la cual inicia a producir inclusive antes que la *Jatropha* y puede generar ingresos extra. GFE Global utiliza la *Jatropha* como parte del sistema de Granja Energética que integra infraestructura para el procesamiento de bio-combustibles, un biodigestor y una planta de

empaque para fertilizantes, además incluye una planta de generación eléctrica mediante energía solar y finalmente cultivos alimenticios.

Estas iniciativas han innovado en base a las deficiencias de la Jatropha y la utilizan como parte de un sistema y no una única alternativa para la generación de ingresos.

7.2.2.3 Jatropha para uso de aceite

Tomando en cuenta que la mayor cantidad de actores involucrados con Jatropha en el país son pequeños productores, los presentes en el taller sugirieron aprovechar únicamente el aceite de la Jatropha para no incurrir en mayores gastos de maquinaria.

Los representantes de COOPEPURISCAL mencionaron que utilizarían el aceite en motores estacionarios de los agricultores. Por su parte COOPETALAMANCA.SOS sugirió que una buena alternativa para la zona, usarlo como sustituto al aceite usado para el control de la Sigatoka (plaga en el cultivo de plátano) el cual se usa mucho en el cantón.

El objetivo es buscar alternativas para el aceite de jatropha que no impliquen grandes inversiones para los agricultores, sencillas de llevar a cabo y que sean útiles en las zonas donde se tiene las plantaciones de Jatropha.

7.2.3 Información complementaria del taller

A demás de la validación de información y análisis de percepciones de los actores, el taller permitió tener acceso a información que no había sido compartida hasta ahora por algunas de las iniciativas, principalmente en temas de rendimientos.

Otro factor a resaltar del taller es que permitió identificar algunas iniciativas faltantes en el diagnóstico y en base a esa información se lo completó para que el estudio sea llevado de manera exhaustiva en el país.

7.2.4 Escenarios para el cultivo de Jatropha en Costa Rica

Las plantaciones de Jatropha en el país se manejan bajo dos tipos de modalidades, la primera es de investigación-acción y netamente investigación. Explicaremos a continuación cada una:

Investigación-acción

Esta modalidad abarca las iniciativas que han establecido plantaciones con el fin investigar el desempeño de la planta y posteriormente su comercialización. Se maneja bajo 3 esquemas de trabajo. El primero de pequeña escala, con plantaciones de no más de 1 hectárea por agricultor, que se maneja mediante agricultura familiar. Esta es la principal forma de involucramiento de agricultores en el país, ya que abarca 9 iniciativas cooperativistas con cerca

de 60 agricultores (sin tomar en cuenta iniciativas como FEDECAC que entregaron semillas y no manejan registro de las parcelas plantadas). Estas iniciativas están enfocados a trabajar en zonas marginales mediante incentivos por parte de las instituciones promotoras. Este esquema de trabajo sigue promoviéndose a pesar de la evidencia que los únicos resultados son de productores grandes y con enfoque empresarial.

El segundo esquema de mediana escala, involucra empresas privadas (San Carlos, H&M, Hacienda la Tierrica) que llevaron ensayos de *Jatropha* con parcelas entre 10 y 50 has con el fin de generar biocombustible para uso de la empresa. Estas empresas tienen mayor capacidad de inversión y conocimiento para manejar los cultivos.

Finalmente el tercer esquema manejado en el país abarca grandes productores, con plantaciones de 80 (Green Acres-C Fela) y 160 hectáreas (GFE Global). Estos son los actores que promueven con mayor fuerza la plantación de *Jatropha* en el país. En el caso de Green Acres mencionaron la compra de 1000 has para plantación, las cuales serán financiadas mediante un convenio con transnacionales como Dole (Productora de plátano).

De esos tres esquemas de trabajo los únicos que mencionan haber tenido resultados positivos son los últimos. Esto quiere decir que el esquema con menor grupo de actores es el que se ha desarrollado de mejor manera en el país.

Investigación

Esta modalidad está manejada principalmente por unidades educativas que han desarrollado investigaciones sobre el cultivo. La principal iniciativa la lleva a cabo la UCR a través sus plantaciones en la Estación Experimental FMB y RECOPE. Es el principal ente encargado de domesticación del cultivo en el país para su posterior comercialización.

7.2.4.1 Escenarios de desarrollo

El tratar de hacer escenarios analizando la posibilidad de creación de todos los eslabones de la cadena productiva y articulación de los mismos, abarcaría demasiados supuestos y por ende sería muy poco realista. Sin embargo, hemos considerado las modalidades de trabajo con *Jatropha* en el país y la percepción de los actores involucrados para desarrollar algunos posibles escenarios de desarrollo del cultivo en el país.

De esa forma enfocaremos de forma separada sobre tres eslabones esenciales para el cultivo y que pueden representar una opción para los actores estudiados, cuyo éxito no requiere que se haya construido una cadena de biodiesel de *Jatropha*.

Producción de semillas de calidad para propagación

Descripción del escenario

En base a la deficiencia de material genético de buena calidad en el país, se ha desarrollado este escenario que representa la domesticación del cultivo y generación de variedades mejoradas aptas para la venta (nacional e internacional) y propagación del cultivo. Este escenario es esencial para el éxito de la *Jatropha* en el país por lo cual no puede ser obviado.

Escenario en base al estado actual del cultivo

Como se pudo observar, uno de los principales problemas identificados en el presente estudio y por los actores involucrados es la domesticación del cultivo, lo cual no permite rentabilidad en el cultivo y por ende una adecuada propagación del mismo en el país.

Se ha hecho intentos de domesticación y mejoramiento genético de la planta en Costa Rica, pero a pesar que se ha manejado el cultivo mediante ensayos en distintas condiciones del país y durante 6 años, aún no se ha logrado obtener resultados positivos. El problema es que a pesar que las iniciativas se consideran en “fase de ensayo” no se manejan con seguimiento sistemático y con distinto tipo de material genético para poder escoger los mejores. Sino que se establecieron plantaciones de observación para analizar el desarrollo y rendimiento de la planta. En base a esos resultados es difícil diferenciar si los bajos rendimientos y alta mortalidad se deben al material genético seleccionado, a las prácticas de manejo, o a las condiciones climáticas de la zona.

La Estación Experimental Fabio Moreno Braudit es la única institución que trabaja con cierto grado de seguimiento sistemático en temas como manejo de plagas, respuestas de diversas procedencias, prácticas de manejo adecuadas y producción de la planta. El CATIE a su vez ha desarrollado estudios principalmente en propagación de la *Jatropha*, pero al igual que la EEAFBM no siempre se mantiene el mismo grado de interés por el cultivo.

Condiciones necesarias para llegar a este escenario

Por cuenta propia muchas de las iniciativas han generado investigación sobre la *Jatropha*, pero debe existir un intercambio de conocimiento entre ellas para optimizar esfuerzos de investigación en temas aún desconocidos sobre el cultivo. El programa PITTA-Biocombustibles era el ente encargado de este intercambio, pero no tuvo el éxito necesario para cumplir los objetivos de su creación.

Los ensayos deben ser manejados de forma sistemática y con un buen seguimiento para evitar lo que pasa en las iniciativas actuales, que por falta de seguimiento no se puede valorar de forma adecuada las plantaciones.

Es necesario que exista un ente regulador que certifique la calidad de la semilla distribuida, para evitar propagación de material genético que no tiene buenos resultados bajo las condiciones de Costa Rica.

Producción de biodiesel en sistemas descentralizados

Descripción del escenario

Tomando en cuenta el interés de producción de biodiesel de muchos actores, se ha analizado este escenario que va enfocado principalmente a las iniciativas de mediana y gran escala con mayor capacidad de inversión y de acceso a terrenos. En este escenario prevé la producción y procesamiento de la *Jatropha* hasta el producto final (biodiesel). En el caso de las iniciativas de mediana escala, la producción será para consumo propio y las de gran escala su producción será para la venta.

Escenario en base al estado actual del cultivo

Los actores de *Jatropha* en el país están consientes que la producción de *Jatropha* por si sola no es rentable, debido a los bajos rendimientos de la planta y altos costos de implementación de la planta procesadora. Es por eso que se presenta como alternativa el uso la *Jatropha* como cultivo de transición para generar ingresos hasta que especies con producciones mayores como el Coyoil lleguen a su edad productiva.

GFE Global lo utiliza como parte del sistema de Granja Energética que integra infraestructura para el procesamiento de bio-combustibles, un biodigestor y una planta de empaque para fertilizantes, además incluye una planta de generación eléctrica mediante energía solar y finalmente cultivos alimenticios. Como se puede ver, la *Jatropha* es parte de un sistema y no una única alternativa para la generación de ingresos.

Condiciones necesarias para llegar a este escenario

El primer requisito para lograr este escenario es que las iniciativas lleguen a tener una producción constante de semillas, lo cual no ocurre, pero es la base para que los actores puedan producir el combustible.

El conocimiento sobre la maquinaria necesaria y disponible en el país para procesamiento de frutos de *Jatropha* es escaso, por lo cual es necesaria mayor claridad en este tema mediante investigaciones relacionadas a este tipo de equipos y su eficiencia bajo las condiciones de Costa Rica.

Jatropha para uso del aceite

Descripción del escenario

Tomando en cuenta las plantaciones ya establecidas a pequeña escala (no más de 1 ha) la producción de biodiesel no es posible inclusive haciéndolo de manera colectiva. Es por eso que se elaboró este escenario el cual se base en la extracción únicamente del aceite, para uso de las familias.

Escenario en base al estado actual del cultivo

Como se menciona anteriormente, existen cerca de 60 agricultores con parcelas de pequeña escala, quienes ya tienen establecidas las plantaciones, al evidenciar que los rendimientos de estas plantaciones son muy bajos o en muchos casos nulos, es necesario buscar alternativas para las plantaciones existentes.

En ausencia de una economía de escala, es necesario considerar como alternativa una cadena de producción más pequeña que llega hasta la obtención de aceite de *Jatropha* filtrado. El aceite purificado puede ser usado (sin ningún tipo de adaptación), para combustible en motores estacionarios combinado con diesel producido de petróleo.

Una de las alternativas mencionadas por un agricultor de Talamanca presente en el taller fue que una buena alternativa para la zona sería usarlo como sustituto para el aceite usado para el control de la Sigatoka (Plaga en el cultivo de plátano) el cual se usa mucho en el cantón.

El objetivo es buscar alternativas para el aceite que no impliquen grandes inversiones para los agricultores, sencillas de llevar a cabo y que sean útiles en las zonas donde se tiene las plantaciones de *Jatropha*.

Condiciones necesarias para llegar a este escenario

La principal condición es que las plantaciones a pequeña escala lleguen a tener producción, lo cual no ocurre en 13 de las parcelas visitadas en Puriscal. Otro requisito es la adquisición de prensas sencillas para la extracción del aceite.

8 CONCLUSIONES

Los resultados desalentadores con respecto a la siembra de *Jatropha* evidenciados en este estudio, obedecen a iniciativas aisladas de promocionar esta alternativa sin una planificación gubernamental desde la fase de la siembra (lugares apropiados, material genético, manejo), y utilización del producto. De tal forma que existe una gran incertidumbre por parte de los productores sobre el uso que le darán a su producción. Es decir, si venderán la semilla, si procesarán para uso local, venderán el aceite, el biocombustible; y lo más importante es que no saben la relación entre el costo y el precio del final producto (semillas, aceite y/o biodiesel).

Es evidente que la *Jatropha* en el país se ha manejado en un ciclo basado en ilusiones, expectativas, y mitos generados por la publicidad sobre la planta. Se han realizado inversiones por entes internacionales y nacionales, sin lograr generar una retribución económica real a los agricultores involucrados. No obstante en algunos casos ha permitido a los actores tener otro tipo de beneficios que no necesariamente genera ingresos a través de la venta del biodiesel. En el caso de Green Acres (C-Fela) la amplia promoción que han dado al cultivo ha permitido valorar los terrenos donde han establecido las plantaciones y a su vez obtener convenios con transnacionales de gran poder económico en el país (Dole y Chiquita) para expandir su plantación. Este no es un evento aislado, pues diversos actores involucrados con la *Jatropha* han usado el cultivo como medio para la obtención de financiamiento, a través de fondos internacionales de la Cooperación Española, la Agencia Internacional de Energía (IEA), la fundación Holandesa HIVOS (Humanist Institute for Cooperation) e instituciones nacionales como RECOPE en la EEAFBM. En definitiva la *Jatropha* es un medio bastante bueno para la obtención de financiamiento debido al gran interés de los gobiernos e instituciones por buscar alternativas para disminuir el uso de combustibles fósiles.

El problema de la promoción de estos proyectos que han obtenido fondos para establecer plantaciones de *Jatropha*, es que se está usando al sector productivo más vulnerable como lo son los pequeños agricultores, a pesar de la evidencia de fracasos de proyectos de este tipo. Por lo tanto considero necesario que exista claridad con los agricultores para no generar falsas expectativas de comercialización cuando claramente las plantaciones tienen un objetivo experimental.

En el país la mayoría de las iniciativas están enfocadas a pequeños agricultores, involucrando aproximadamente a 60 familias, además han participado grupos cooperativistas y otros en pequeña escala, en los cuales de los 7 proyectos que iniciaron, 4 abandonaron las plantaciones (COOPEVAQUITA, COOPEDOTA, FEDECAC, C.A. Cantonal Abangares) debido a la falta de mercado para la venta de las semillas, por los bajos rendimientos presentados por las plantas, incluso ausencia de producción, es decir la mayoría ha abandonado la siembra de *Jatropha*. En el caso de COOPETALAMACA.SOS y COOPEPURISCAL que son las únicas iniciativas cooperativistas que siguen con *Jatropha*, han tenido a nivel interno gran deserción por

parte de los agricultores. Esto debido a la falta de ingresos a corto plazo que genera el cultivo, y en definitiva falta de mercado de la semilla y del producto con valor agregado, pues no cuentan con los equipos para producir el biocombustible.

No existe una producción constante y sostenible para procesar las semillas, esto porque los criterios de selección de parcelas no obedecen a una segregación técnica, sino que la selección ha sido enfocada a criterios sociales, políticos y para justificar fondos de inversiones direccionadas a la investigación en energías renovables. Por lo tanto las parcelas observadas tienen una baja o nula producción, que no genera ingresos para los agricultores, siendo un factor determinante para el abandono de estas plantaciones.

Actualmente en Costa Rica la producción de *Jatropha* está en una fase de ensayo y no cuenta con ningún tipo de monitoreo ni manejo sistemático de las plantaciones, impidiendo de esta manera hacer una domesticación del cultivo. Estimo en base al estudio realizado que gran parte de los productores manejan la plantación como una opción de bajo costo de oportunidad, dando a las plantaciones muy poco mantenimiento, y no la eliminan esperando que en algún momento pueda ser una alternativa para la generación de ingresos. Esta expectativa de que en algún momento pueda ser una alternativa productiva rentable, es impulsada irresponsablemente por las instituciones promotoras y el gobierno, quienes a pesar de la falta de experiencias exitosas, continúan manejando en su discurso político, el tema de la producción de biocombustible a través de la *Jatropha* y otras oleaginosas.

9 RECOMENDACIONES

Las entidades del gobierno de Costa Rica e instituciones que han venido incentivando la siembra de *Jatropha* para producción de biocombustible, deben detener la generación de nuevas inversiones en plantaciones con supuestos fines comerciales. Hasta contar con un material mejorado y con procedencias que se adapten a las altas condiciones de pluviosidad, mayor producción y con periodos de cosecha más cortos para evitar altos costos de mano de obra.

Tomando en cuenta el interés del Gobierno de Costa Rica en promover la *Jatropha* para generación de biocombustible, debería:

- Establecer un panorama claro para la *Jatropha* en el país, mediante un fomento con criterios técnicos del cultivo, definiendo si es factible un precio que convierta a la *Jatropha* en una alternativa rentable para los productores.
- Crear una instancia para compartir y capitalizar el conocimiento generado por las iniciativas en el país, para evita duplicidad de esfuerzos, ahorra recursos y prioriza temas de investigación.
- Desarrollar un plan de ordenamiento territorial para los cultivos energéticos en el cual se delimiten zonas aptas en base a los requerimientos de cada especie para evitar que se siga malgastando recursos en zonas no aptas para los cultivos

Los inversionistas y actores interesados en el cultivo deben considerar los rendimientos actuales evidenciados en el presente estudio y no basarse en predicciones poco reales de la planta en base a información publicitaria y de promoción del cultivo.

Los agricultores al involucrarse con productos no tradicionales o desconocidos para ellos, deberán exigir al menos un contrato que garantice la compra de toda la producción, fijando en dicho contrato un precio de venta que a mas de cubrir sus costos, genere una utilidad superior a la de los cultivos que cultivan comúnmente. En el cual se deberá garantizar la asistencia técnica permanente hasta generar experticia en el manejo de dicho cultivo.

Tomando en cuenta las plantaciones que se encuentran actualmente establecidas, es necesario buscar alternativas diferentes a la producción de biodiesel. Una alternativa podría ser el uso del aceite filtrado de *Jatropha* para combustible en motores estacionarios como bombas de agua, sierras para cortar madera, entre otras.

Con los resultados de rendimiento obtenidos en el presente trabajo se debería hacer un análisis económico para cuantificar la relación entre financiamiento obtenido (instituciones promotoras) y generación de ingresos (en el caso que se lograra vender la producción) para determinar cuál sería la producción necesaria y precio de venta para al menos cubrir eso gastos y analizar los costos necesarios sin incluir incentivos. Aunque en las entrevistas se preguntó a las

iniciativas promotoras sobre los montos de financiamiento externo recibidos, las respuestas al respecto fueron limitadas.

10 LÍMITES DEL ESTUDIO

El presente estudio se limita al análisis de la situación actual de la *Jatropha* en términos de desarrollo y producción de las plantaciones en Costa Rica. No se ha hecho estudios específicos sobre rentabilidad ya que serían basados en supuestos por el desconocimiento sobre la capacidad de producción de la especie. Tampoco se analiza la fase de procesamiento del aceite para producción de biocombustible ya que no se lo hace de manera comercial en el país.

La información obtenida sobre rendimientos presenta limitaciones, ya que no existe la completa disponibilidad de las iniciativas privadas para permitir el acceso a las plantaciones para hacer mediciones y estimaciones de producción. Por lo cual fue necesario basarse en sus reportes, los cuales son exagerados inclusive comparando con la información de literatura.

El capítulo 3 sobre las *características socioeconómicas de los propietarios de parcelas de Jatropha a pequeña escala* fue en base a una muestra bastante pequeña (16), debido a las pocas iniciativas a pequeña escala que presenten continuidad en el manejo del cultivo. Lo cual no permite generar conclusiones fuertes, pero servirá como punto de partida para entender las condiciones de los agricultores que se involucran con este tipo de cultivos en el país.

11 IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA TESIS PARA EL DESARROLLO Y POTENCIAL PARA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PARA EL DESARROLLO

Esta investigación tuvo como objetivo brindar a los agricultores una perspectiva de la situación real del cultivo de *Jatropha* en el país. Ya que debido a la distorsión de información ocasionada por la publicidad, ha involucrado a muchos pequeños agricultores, los cuales en la mayoría de los casos han fracasado con el cultivo. La falta de acceso a información local es una de las principales razones por las que se continúa con este ciclo de ilusión-desilusión que ha caracterizado al cultivo de *Jatropha*. Analizando los resultados de la presente tesis, se aportará al desarrollo mediante los siguientes aspectos:

- La metodología de diagnóstico utilizada para medir el desarrollo y rendimiento de las plantaciones de *Jatropha* puede ser usada por agricultores para analizar el estado de sus cultivos.
- El estudio de las condiciones ambientales es necesario para el buen desarrollo del cultivo de *Jatropha*. Estas condiciones fueron analizadas en el presente estudio y servirán a los futuros interesados quienes dependiendo de las condiciones de su finca, consideran si es apta la *Jatropha* como alternativa productiva.
- En caso que se implementen nuevas iniciativas de fomento de *Jatropha* en el país, es necesario analizar los errores cometidos por las iniciativas para que los proyectos tengan mayor grado de efectividad y de incidencia. Para lo cual resultará importante la sistematización de las experiencias en el país, hecha en la presente investigación.

El gobierno Costarricense mediante la reformulación del Plan Nacional de Biocombustibles tiene pensado apoyar al desarrollo del cultivo de *Jatropha* en el país. Lo cual considerando los resultados obtenidos en la presente tesis podría resultar en nuevas desilusiones y fracasos. Por lo cual los resultados de este trabajo deben ser usados para formular políticas de desarrollo del cultivo, mediante zonificaciones, escogiendo terrenos apropiados para el cultivo y con una selección del mejor material genético.

En el caso que el gobierno decida entregar incentivos para la propagación de *Jatropha* en el país, los resultados pueden servir para entender las necesidades entre los pequeños y grandes productores. Como se demostró, a pequeña escala la producción de *Jatropha* no ha dado resultados en el país. Si se quiere apoyar a este sector será necesaria la entrega de incentivos diferenciados.

Tomando en cuenta el interés del gobierno en apoyar la implementación de cultivos agroenergéticos, con los resultados de la presente investigación se pueden identificar líneas

estratégicas para la investigación de *Jatropha*. Como el mejoramiento genético de la especie, actividad de gran importancia antes con continuar con la difusión del cultivo.

Mediante la presente investigación los tomadores de decisión podrán utilizar los resultados de rendimiento actuales, obtenidos en el presente trabajo y no en estimaciones presentadas por los promotores del cultivo. Lo cual puede minimizar el riesgo de fracaso para nuevos actores involucrados.

12 BIBLIOGRAFÍA

- Abdrabbo, A; Abou, K; Nahed, M. 2008. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics. (en línea) Biomass and Bioenergy. Egipto. Consultado 4 nov 2011. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953408001542>
- Achten, W.M.J.; Verchot, L.; Franken, Y.J.; Mathijs, E.; Singh, V.P.; Aerts, R; Muys, B. 2008. *Jatropha* bio-diesel production and use. (en línea) Biomass and Bioenergy, 83 p. Consultado 4 nov 2011. Disponible en: https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/185565/2/WA_B%26B2008_OpenAccess.pdf
- Achten, W; Maes, W; Aerts, R; Verchot, L; Trabucco, A; Mathijs, E; Singh, V; Muys, B.2009. *Jatropha*: From global hype to local opportunity: Journal of Arid Environments. En prensa. <http://homepages.see.leeds.ac.uk/~lecajd/papers/Achtenetal.pdf>
- Alfonso, J. 2008. Manual para el cultivo de Piñon (*Jatropha curcas*) en Honduras. (en línea) La Lima, HON. Consultado 4 Feb 2011. Disponible en: <http://www.gotaverde.org/userfiles/file/D17c%20Manual%20Cultivo%20Jatropha.pdf>
- Axelsson, L; Franzen M. 2010. Performance of *Jatropha* biodiesel production and its environmental and socio-economic impacts. Dissertation, Technical Report. (en línea) Chalmers University of Technology. Sweden. Consultado 15 ago 2012. Disponible en: <http://www.focali.se/filer/FRT%20201006%20-%20Jatropha.pdf>
- Benge, M. 2006. Assessment of the potential of *Jatropha curcas* (biodiesel tree) for energy production and other uses in developing countries (en línea). Wisconsin, US. Consultado 15 sep 2011. Disponible en: <http://www.ascension-publishing.com/BIZ/jatropha.pdf>
- Brittaine, R; Litaladio, N. 2010. *Jatropha*: A smallholder bioenergy crop—The potential for poor development. In Integrated Crop Management. (en línea) FAO: Rome. IT Vol. 8. Consultado 30 jul 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i1219e/i1219e.pdf>
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Mapa de precipitación promedio anual de Costa Rica (mm). (en línea). CATIE. Turrialba. CR. Consultado 30 oct 2012. Disponible en: http://web.catie.ac.cr/meteorologia/julio_2003/precipitaci%C3%B3n_promedio_anual_CR.htm

- CATIE. 2001. *Jatropha curcas* Linneo. Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales no. 154. Turrialba, CR.
- Cifuentes, M; Fallot, A. 2009. *Jatropha curcas* como biocombustible: estado actual del cultivo en Mesoamérica. Recursos Naturales y Ambiente/no.56-57. Turrialba.
- FACT (Fuels from Agriculture in Communal Technology). 2010. The *Jatropha* Handbook. From Cultivation to Application.(en línea). 127 p. Consultado 30 jul 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/91595445/The-Jatropha-Handbook-From-Cultivation-to-Application>
- Foidl N, Foidl G, Sanchez M, Mittelbach M, Hackel S. 1996. *Jatropha curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua. Bioresource Technology. Managua, NI. 82 p.
- Francis G, Edinger R, Becker K. 2005 A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production, and socio-economic development in degraded areas in India: need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. Nat Resour Forum; 29:12–24.
- Gallo, A; Gosch, R; Amezcua, J; Reyes, E; Probst, O. 2009. Statistical evaluation of the early-stage development of *Jatropha* energy plantations in Northeastern Mexico. Int. J. Global Warming, Vol. 1, No. 4. México.
- Ghezehei, S; Annandale, J; Everson, C. 2011. Shoot allometry of *Jatropha curcas*. Southern Forests: a Journal of Forest Science, 71:4, 279-286. Consultado 4 nov 2012. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2989/SF.2009.71.4.5.103>
- Giibitz, G, Mittelbach, M, Trabi, M. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. Bioresource Technology 73-82.
- Gimeno, V. Syvertsen, J. Simón, I. Nieves, M. López, L. Martínez, V. Sánchez, F. 2011. Physiological and morphological responses to flooding with fresh or saline water in *jatropha curcas*. Environmental and Experimental Botany. Volume 78. 47–55. Mursia, ES.
- Heller, J. 1996. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 66 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) 2010. Boletín Anual de Indicadores Demográficos 2010. Vol. 1. (En línea): <http://www.inec.go.cr/A/MT/Poblaci%C3%B3n%20y%20Demograf%C3%ADa/Indicadore>

[s%20Demogr%C3%A1ficos/Publicaciones/C0/2010/Bolet%C3%ADn%20de%20Indicadores%20Demogr%C3%A1ficos.pdf](#)

ITCT (Instituto Tecnológico de Costa Rica). 2008. Atlas digital de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Laboratorio de Información Geográfica. Cartago. CR

Jongchaap, R; Corré, W; Bindraban, P; Brandenburg, W. 2007. Global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation programme. Plant Research International B.V. Wageningen Stichting Het Groene Woudt. Países Bajos

Kumar, A; Sharma, S. (2008) An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): A review. (en línea) Industrial Crops and Products, 10 p. Consultado 10 sep 2011. Disponible en: <http://www.jatropha.pro/PDF%20bestanden/an%20evaluation%20of%20multipurpose%20oil%20seed%20crop.pdf>

Loaiza, J; Arnáez E; Moreira, I; Herrera, F; Ureña, A; Hernandez, J. 2012. Guía Técnica para el establecimiento y producción de *Jatropha curcas* en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Machado L. 2011. Caracterización morfológica y productiva de procedencias de *Jatropha curcas* L. Pastos y Forrajes. (en línea). Consultado: 1 Diciembre. 2011. Disponible en: <http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v34n3/pdf/pyf03311.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía). 2008. Programa Nacional de Biocombustibles. (En línea): <http://www.dse.go.cr/es/03Publicaciones/01PoliticaEnerg/Programa%20Nacional%20de%20Biocombustibles.pdf>

Mittelbach, M. 2010. Estudio: Situación de los proyectos anteriores y los en ejecución, en relación a la producción de biodiesel basada en la extracción del aceite de *Jatropha Curcas*, impulsados en Centroamérica por la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica AEA. Managua, NI. 67 p. Consultado 4 nov 2011. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/43943103/Estudio-de-Jatropha-Version-Final-1-Editado-1>.

Montes, L. 2008. Potencial de producción de semilla de *Jatropha curcas* en Sinaloa. (en línea). Universidad Autónoma de México. 14 p. Consultado 4 nov 2011. Disponible en: <http://www.geociencias.unam.mx/~bole/eboletin/treRebecaLM09.pdf>

- Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. (en línea) *Biomass and Bioenergy* 19:1–15. Consultado 4 ene 2012. Disponible en: <http://www.mendeley.com/research/review-jatropha-curcas-oil-plant-unfulfilled-promise1/>
- Padilla, D; Monterroso, D. 1999. Diagnóstico preliminar de enfermedades del cultivo de tempate (*Jatropha curcas*) en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). CATIE. no 51 p. 66-69.
- Padilla, J; Cortina, H; Vela, M. 2011. El proyecto de biocombustibles en Chiapas: experiencias de los productores de piñón (*Jatropha curcas*) en el marco de la crisis rural. (en línea) Consultado 22 sep 2012. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572011000200005&script=sci_arttext
- Pant, K; Khosla, V; Kumar, D; Gairola, S. 2006. Seed oil content variation in *Jatropha curcas* Linn. in different altitudinal ranges and site conditions in H.P. India. (En línea) *Lyonia journal*. Volumen 11(2). India. Consultado 20 mar 2012. Disponible en: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php%3FpdfID%3D390.487>
- Picado, P. 2009. UCR y Recope se unen para investigar combustibles alternativos. Boletín Presencia Universitaria. Universidad de Costa Rica. Consultado en línea 12 de ago del 2012. Disponible en: http://www.odi.ucr.ac.cr/boletin/index.php?option=com_content&task=view&id=821
- REDPA (Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias). 2009. Situación de la *Jatropha* y Perspectivas. (en línea) 28 p. Consultado 24 nov 2011. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/dgp/Situacion%20y%20Perspectivas%20de%20la%20Jatropha%202009.pdf>
- Shanker, C; Dhyani, S. 2006. Insect Pests of *Jatropha curcas* L. and the Potential for Their Management. (En línea) *CURRENT SCIENCE*, Vol. 91. Consultado 20 mar 2012. Disponible en: http://www.fact-foundation.com/media_en/insect_pest_of_Jatropha_curcas
- Soto, E. 2012. Plan de biocombustibles a cirugía. Gobierno acepta que programa original no dio los frutos esperados y procura reorientar iniciativa. *El Financiero*, San José, CR. Sep. 16:1
- Sotolongo J, Beatón P, Diaz A, Montes S, Valle Y, García S, Zanzi R. (sf). *Jatropha curcas* l. As a source for the production of biodiesel: a cuban experience. (En línea). 14 p. Consultado 20 mar 2012. Disponible en: <http://pdfcast.org/pdf/jatropha-curcas-l-as-a-source-for-the-production-of-biodiesel-a>

Soumit, K. Behera, A. Pankaj, A. Ritu, B. Singh, B. Nandita, S. 2008. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass – A case study. India.

Suriharn, B. Sanitchon, J Songsri P. Kesmala T. 2011. Effects of Pruning Levels and Fertilizer Rates on Yield of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.). (En línea) Asian Journal of Plant Sciences, 10: 52-59. Consultado 25 mar 2012. Disponible en: <http://scialert.net/fulltext/?doi=ajps.2011.52.59&org=11>

Trabucco, A; Achten, W; Aerts, C; Orshoven, J; Norgrove, L; Muys, B. 2010. Global Mapping of *Jatropha curcas* yield based on response of fitness to present and future climate. (en línea) Bioenergy no. 139–151. Consultado 10 sep 2012. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1757-1707.2010.01049.x/abstract>

Sítios de internet consultados

COOPEAGRI 2012. Consultado en línea el 12 de agosto del 2012. <http://www.coopeagri.co.cr/>

COOPEDOTA. RL 2012 Consultado en línea el 12 de agosto del 2012. <http://www.coopedota.com>

FAO 2012. Consultado en línea el 18 de agosto del 2012. <http://www.fao.org>

GFE Global 2012. Consultado en línea el 14 de agosto del 2012. <http://gfeglobal.com/>

GreenAcres 2012. Consultado en línea el 12 de Julio del 2012. <http://www.greenacrescostarica.com>

Grupo H&M. 2012. Consultado en línea el 12 de noviembre del 2012. <http://www.grupohym.com/>

IDA (Instituto de Desarrollo Agrario) 2009. IDA firma Convenio específico con el ICE. Comunicados 2009. Consultado en línea el 12 de agosto del 2012. <http://www.ida.go.cr/noticias/noticias09/CP-FIRMA%20CONVENIO%20CON%20EL%20ICE.html>

Jatropha Harvest Experience 2012. Sustainable Energy Conference. Consultado en línea el 12 de Septiembre del 2012. <http://www.jatrophaharvest.com/>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2012. Consultado en línea el 12 de agosto del 2012. <http://www.mag.go.cr/>

PITTA (Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria) 2012. Consultado en línea el 12 de septiembre del 2012 <http://www.mag.go.cr/oficinas/prog-nac-biocombustibles.html>

ANEXOS

Anexo 1: Protocolo de mediciones

PROTOCOLO DE OBSERVACIÓN Y MEDICIÓN						
Propietario			Comunidad			
Número de foto(s)						
Coordenadas (GPS)			Altitud			
Precipitación anual						
Pendiente						
Datos de la parcela	Tamaño	Espaciamiento	Densidad	(monocultivo o intercalado)	Porcentaje de supervivencia	Edad
Incidencia de enfermedades	Insectos, hongos					
	Enfermedades			Manejo de parcela		
	Insectos		Hongos	Sin maleza		
				Poca maleza		
				Mucha maleza		
Fertilizante o insumos químicos	Tipo de fertilizante o insumo químico		Cantidad		Numero de aplicaciones/año	

Rendimientos pasados (Por árbol)											
Rendimiento desarrollo y	# de medición	Número de ramas por árbol	Número de frutos por rama (Frutos en 2 ramas /árbol)	Altura	Diámetro Basal (10 cm del suelo)						
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										
	19										
	20										

Anexo 2: Protocolo de entrevistas actores involucrados con las iniciativas y que manejan las plantaciones

CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIÓN DE JATROPHA							
1.	¿Cuándo inició con la siembra de Jatropha?_____ número de plantas iniciales?_____ numero de plantas actuales?_____						
	Porque ha incrementado o disminuido la plantación?						
2.	Como supo acerca de la Jatropha?						
3.	Porque razón se inició en el cultivo de Jatropha?						
	Mejorar ingresos						
	Protección de suelos						
	Prueba						
	Otros						
4.	¿Quien le enseñó a manejar el cultivo de Jatropha?						
5.	Cuales son las prácticas que tiene que llevar a cabo?						
	Actividad	Costo (Colones)	Costo (Mano de obra) (Contratada o familiar?)	Edad en que se realiza la actividad			
				1er año	2do año	3er año	+ del 4to año
	Terreno						
	Tierra (si es rentada)						
	Preparación						
	Plantación						
	Semillas o estacas						
	Transporte de las S/E						
	Plantar						

	Mantenimiento																
	Fertilización orgnica																
	Fertilización química																
	Transporte del fertilizante																
	Riego																
	Deshierbe																
	Insecticidas, herbicidas , etc.																
	Aplicación de I y E																
	Poda																
	Cosecha y transporte																
	Cosecha																
	Transporte																
6.	<p>En las parcelas que tiene Jatropha, utiliza:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>Mayor cantidad de agroquímicos y pesticidas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Menor cantidad de agroquímicos y pesticidas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cuanto usaba antes</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cuanto usa ahora</td> <td></td> </tr> </table>								x	Mayor cantidad de agroquímicos y pesticidas		Menor cantidad de agroquímicos y pesticidas		Cuanto usaba antes		Cuanto usa ahora	
	x																
Mayor cantidad de agroquímicos y pesticidas																	
Menor cantidad de agroquímicos y pesticidas																	
Cuanto usaba antes																	
Cuanto usa ahora																	
7.	Quien(es) realizan las labores para el mantenimiento de la plantación?																
8.	De donde obtuvo el dinero para invertir en la plantación?																
9.	¿Piensa expandirla, porque?				<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No ¿Por qué?												
10.	¿Como y donde estableció la(s) plantación(es)?																

Tipo de plantación		Tipo de terreno	
Tipo de plantación	Número de plantas	Tipo de terreno	Marque
Cercas vivas		En terreno con un cultivo previo (¿Cuál?) (cultivo intercalado con jatropha)	
Intercaladas con otros cultivos (¿Cuáles?)		En terreno con un cultivo previo (monocultivo jatropha)	
Monocultivo de Jatropha		En un terreno que no se lo tenía ocupado	
11.	¿Ha tenido problema de plagas?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No ¿Cuales? ¿Cómo afectan la producción?	
12.	¿Ha llevado a cabo alguna cosecha?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No ¿Cuánto?	
13.	¿Que problemas ha encontrado en el establecimiento y mantenimiento del cultivo?		
14.	¿En donde estableció la plantación?		
15.	¿Continúa manejando la parcela?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No Si no, ¿cuando dejó de hacerlo y porque?	
16.	¿Qué tipo de organización es la que usted maneja?	Cooperativa	
		Privada	

			De gobierno		
			ONG		
			Otros		
17.	¿Cuál es el objetivo de su institución y cuales son los servicios que brindan a sus clientes?				
18.	¿Cómo encaja la Jatropa dentro de su organización? ¿Con que fin se involucraron?				
19.	¿Cómo utilizan la Jatropa para lograr vincular la Jatropa con su objetivo institucional?				
20.	¿Qué resultados han obtenido con la Jatropa hasta el momento?				

Anexo 3: Cuadro resumen de características socioeconómicas de productores de *Jatropha* a pequeña escala

	CARACTERÍSTICAS	PURISCAL	TALAMANCA
Características de la finca	Tenencia de tierra	Todos	Todos
	Tamaño de finca	6-120 ha	2-70 ha
	Cultivos desplazados	Plátano	Frijol y maíz
	Tamaño	6 familias con 3 miembros mayores a 15 años	Todos con 2 miembros mayores a 15 años
	Edad	33-66 años	44-64 años
	Educación	Al menos primaria	Al menos primaria
	Ocupación	Todos con experiencia en agricultura y únicamente 1 ganadero	Todos agricultores
Participación de la institución promotora	Miembro de cooperativa promotora	Únicamente 2 son miembros	3 son miembros
	Asistencia técnica	Todos	Todos
	Incentivos	Estudios de suelo, entrega de semillas, herbicidas, entre otros	Semillas
	Conocimientos de usos de la <i>Jatropha</i>	5 conocen	Todos conocen

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Listado de contactos de actores involucrados

CONTACTOS ESTABLECIDOS PARA EL DESARROLLO DE LA PRESENTE TESIS		
Contacto	Institución	Cargo
Eduardo Acosta	GreenAcres/C-Fela	Socio
Ricardo Solera		Socio
Hans Haebeler		Socio
Jesús Hernandez	EEAFBM/RECOPE	Investigador UCR
Daniel Ureña	COOPEDOTA	Encargado de Proyectos Sostenibles
Henry Mora	GFE GLOBAL	Tecnico encargado de proyecto de Jatropha
José Aleman/José Gómez	COOPEVAQUITA	Ex encargado de proyecto de Jatropha
Roger Zúñiga	COOPEAGRI	Gerente de investigación y desarrollo
Victor Camareno	FEDECAC	Presidente
Fabio Morales	Finca San Carlos	Administrador de la Finca
Catalino Téllez	COOPETALAMANCA	Presidente
William Gonzáles		Socio
Ashley de Regil		
Leonardo Portilla	COOPEPURISCAL	Tecnico encargado de proyecto de Jatropha
Esteban Díaz	FAO	Encargado de Proyectos Sostenibles
Jorge Fallas	MAG Puriscal	Tecnico encargado de proyecto de Jatropha
Elisabeth Arnaez	ITCR	Investigadora
Alonso Acuña	INTA	PITTA Biocombustibles
Lilian Prieto Sosa	Centro Agrícola Cantonal Abangares	Administradora del Centro Cantonal Abangares
Joaquín Talavera		Maneja la plantación
Melvin Franco	Hacienda La Tierrica	Maneja la plantación
Oscar Herrera	H&M	Dueño
Ricardo Herrera		Dueño