

## Título

¿Por qué se invierte en plantaciones de *Jatropha*? Respuestas desde Costa Rica

## Autores

Abigail Fallot <sup>a,b,\*</sup>

David Palacios Palacios <sup>b</sup>

## Afiliaciones

a CIRAD, UPR GREEN, F-34398 Montpellier, France

b CATIE, Programa cambio climático y cuencas, 30501 Turrialba, Costa Rica

\* Contacto: [fallot@cirad.fr](mailto:fallot@cirad.fr)

## Resumen

En un contexto de información incompleta y de controversias al nivel mundial sobre el desarrollo de plantaciones de *Jatropha curcas* (Tempate) para biodiesel, analizamos el caso de Costa Rica donde actores diversos se involucraron en la promoción y plantación del cultivo y varios lo dejaron al poco tiempo por falta de producción significativa. Buscando explicación al interés renovado por la *Jatropha*, a pesar de las desilusiones observadas, identificamos un rol particular de la planta en estrategias muy distintas. Analizamos que por razones de competencia entre los actores de la investigación sobre *Jatropha*, no existe interés en sistematizar y compartir conocimiento sobre la planta y su potencial para la producción de energía. Concluimos sobre las evoluciones posibles de la situación de la *Jatropha* según las alternativas para los diferentes actores claves interesados en la planta.

## Contenido

1. Introducción: después de expectativas y desilusiones, ¿cuáles son las perspectivas de la *Jatropha*?
2. Metodología: sistematización de experiencias a nivel nacional
3. Resultados: realidad sobre rendimientos, los actores y su diversidad de objetivos, roles de la *Jatropha* en estrategias distintas
4. Discusión: a donde nos lleva la situación actual de la *Jatropha*?
5. Conclusión: ¿Por qué la *Jatropha*? Los límites del caso Costa Rica.

## Palabras claves

*Jatropha curcas*, tempate, Costa Rica, biodiesel

## 1. Introducción: después de expectativas y desilusiones, cuales son las perspectivas de la *Jatropha*?

La *Jatropha curcas* L. es una planta oleaginosa perteneciente a la familia de las euphorbiaceas, generalmente tóxica. Crece como un arbusto o un pequeño árbol, con hojas grandes y frutos con semillas que contienen un aceite de alta calidad para usos energéticos u otros usos no alimentarios. Hace varios siglos, la *Jatropha* se ha difundido desde América Central a varios países del cinturón tropical del mundo. En el ámbito internacional, la *Jatropha* fue promocionada en los 70 antes de caer en olvido y de reaparecer en el 2000. La planta se considera para la producción de biodiesel a partir del aceite de sus frutos, en un proceso bastante sencillo llamado transesterificación<sup>1</sup>, el cual aparentemente es apto para proyectos de energía descentralizada. Siendo aún limitado el conocimiento sobre la *Jatropha*, ha generado expectativas fuertes en contexto de pobreza rural, tierras agrícolas degradadas, y ante manifestaciones de crisis energética por precios crecientes del petróleo y dependencia del mismo.

Como biocombustible, el biodiesel de *Jatropha* se destaca por evitar una competencia directa entre energía-alimentación al nivel del uso de la biomasa, porque la *Jatropha* no tiene usos alimenticios<sup>2</sup>. Además de ese aspecto, la planta se hizo conocer por una serie de atributos poco estudiados que resultaron determinantes para la promoción de la *Jatropha* en zonas rurales marginalizadas. Se reporta que la *Jatropha* puede crecer rápidamente y proporcionar sombra; adaptarse a suelos pocos fértiles y mejorarlos; recuperarse de ataques de plagas y resistir a sequías; así como proveer empleo rural durante las fases de mantenimiento de las plantaciones, cosecha y descascarillado de los frutos. Así gracias al biodiesel de *Jatropha* se ha esperado minimizar los problemas enfrentados con el desarrollo de los biocombustibles de primera generación<sup>3</sup>, sin la necesidad de esperar que los biocombustibles de segunda generación<sup>4</sup> lleguen a una fase comercial.

Organizaciones internacionales como OLADE (Organización Latinoamericana de Energía) o el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) y gobiernos nacionales enfatizaron las virtudes de la planta y los potenciales de vastas áreas de tierras sin uso productivo. En 2008, la FAO<sup>5</sup> estimó que existían 900 000 ha plantadas con *Jatropha* (Brittaine & Lutaladio, 2010): 85% en Asia (Myanmar, India, China e Indonesia); 13% en África (Madagascar, Zambia, Tanzania, y Mozambique) y el resto en América Latina (principalmente Brasil). En 2013, la FAO reporta que hasta 17 países africanos tuvieron por lo menos un proyecto de *Jatropha* (FAO-HLPE, 2013). La planta apareció junto con la palma africana, la soja y otros cultivos de posibles usos energéticos<sup>6</sup>, en las estimaciones de producción potencial de biocombustibles. Sin mucha precaución de uso, órdenes de magnitud fueron presentados y discutidos por expertos y por decisores de los sectores energéticos y agrícolas (cf. por ejemplo IICA, 2008) y de programas de ayuda internacional.

<sup>1</sup> El proceso de transesterificación consiste a separar el aceite en glicerina y biodiesel, usando metanol.

<sup>2</sup> Excepto tal vez por el caso de una variedad de *Jatropha* no tóxica reportada en México.

<sup>3</sup> Obtenidos a partir del aceite, el azúcar o el almidón de diferentes cultivos. Por ejemplo, el etanol de caña de azúcar o de maíz, el biodiesel de soja o de palma.

<sup>4</sup> Obtenidos a partir de biomasa lignocelulósica como tallos o residuos agrícolas, por procesos termoquímicos (e.g. Fisher-Tropsch) o bioquímicos (con enzimas).

<sup>5</sup> *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

<sup>6</sup> Por su contenido en aceite, azúcar, almidón o lignocelulosa.

En esas instancias, las cifras que más sirvieron para evaluar y comparar *Jatropha* con otras opciones, eran cifras de volumen de biocombustible por área de cultivo. En lugar de datos observados, son cifras calculadas a partir de un conjunto de estimaciones. Por ejemplo un monto de litros de biodiesel por hectárea de *Jatropha*, abarca al menos: densidad de plantación, rendimiento agrícola de fruto por árbol, contenido de aceite en las semillas, rendimiento en el proceso de extracción del aceite y el rendimiento de la transformación al éster o biodiesel. Con pocas referencias, sin precisión, sobre las condiciones de tales estimaciones, los rendimientos anunciados para la *Jatropha* (entre 2000 y 4000 litros de biodiesel por hectárea<sup>7</sup>), ubicaron la planta por encima de la soya y un poco por debajo de la palma africana, en términos cuantitativos.

En la realidad, hasta ahora, se reportan dificultades y fracasos de las experiencias con el cultivo. En casos presentados como exitosos, hay poca claridad sobre los niveles alcanzados de producción y rendimientos. Por lo general la producción es medida por hectárea de plantación, pero las áreas cultivadas con *Jatropha* no siempre son parcelas extensas para poder contabilizar de esa manera, sino que incluye cercas vivas, asociaciones con otros cultivos, parcelas muy pequeñas y árboles únicos. Para esos casos, los rendimientos a nivel de hectárea representan extrapolaciones de poca fiabilidad. Para una mejor proyección de la situación de la *Jatropha*, es necesario analizar los rendimientos por árbol y no por hectárea. Aun así, se han generado confusiones sobre cuales volúmenes se reportaban (frutos, semillas húmedas o semillas secas) y se hicieron proyecciones de rendimiento a varios años sin modelo del crecimiento de esa planta perenne<sup>8</sup>. Finalmente cuando los frutos no se recolectaban, por altos costos, y cosechas escasas, maduración de los frutos sin sincronización y ausencia de mercado; las estimaciones de producción y rendimiento quedaban hipotéticas.

Ante promesas fantasiosas, múltiples desilusiones, abandonos del cultivo y bancarrotas (FAO-HLPE, 2013), la gente involucrada en iniciativas de *Jatropha* ha podido entender las precauciones que se deben tomar al relatar resultados de la planta y para elaborar análisis de factibilidad realistas. Agencias de cooperación internacional como la NL Agency de los Países Bajos, la GTZ (ahora GIZ) de Alemania y el DFID del Reino Unido, encargaron análisis críticos de la situación de la *Jatropha* (Eijck et al, 2010; GTZ, 2009; Mubonderi, 2012). Los rendimientos reportados<sup>9</sup>, son nulos y bajos, los mejores casos dan de 2 a 5 kg de semillas secas por árbol a partir del cuarto año, lo que podría representar menos de un décimo del necesario para llegar a los rendimientos de biodiesel por hectárea mencionados arriba<sup>10</sup>, lo que representaría menos de 300 l de biodiesel por hectárea.

En un contexto de múltiples controversias sobre los biocombustibles y sus impactos ambientales y sociales, existe un cierto consenso: la *Jatropha* no cumplió sus promesas de ser una mejor opción que las demás para la agricultura de pequeña escala y las poblaciones o territorios meta. Los

<sup>7</sup> Por ejemplo 3850 l/ha según el IICA (2008), 3000 l/jha en el programa nacional de biocombustibles de Costa Rica (MAG-MINAE, 2008).

<sup>8</sup> Las únicas ecuaciones alométricas encontradas en nuestra revisión de literatura (Palacios, 2012), conciernen condiciones de Sudáfrica (Ghezehei *et al*, 2011), sirven únicamente para estimar la biomasa aérea y subterránea de la planta, sin precisión sobre los rendimientos en frutos o semillas.

<sup>9</sup> Datos sobre Burkina Faso, Cabo Verde, Guatemala, India, Indonesia, Mali, Nicaragua, Paraguay, Tanzania, Tailandia, Zimbabue.

<sup>10</sup> Entre 2000 y 4000l de biodiesel por hectárea, si se considera una densidad de plantación de 2200 árboles por hectárea y las siguientes equivalencias: 31 kg fruta = 9 kg semilla húmeda = 4 kg semilla seca = 1,3 litro de aceite = 1 litro de biodiesel.

atributos supuestos de la *Jatropha* en condiciones difíciles resultaron incompatibles con las expectativas de desarrollo productivo<sup>11</sup>. Después de una década de promoción de la *Jatropha* basada en sus características de planta excepcional, los expertos recalcan que la *Jatropha* es como las otras plantas perennes, con necesidades de selección varietal, condiciones específicas de suelo y clima, insumos, mano de obra y capacidad financiera para aguantar los primeros años de inversión hasta que la planta llegue a pico de producción.

Lo que no queda claro ahora, concierne a los motivos de tales inversiones:

- si la *Jatropha* todavía merece la atención que tiene actualmente en programas de investigación, desarrollo o cooperación financiando iniciativas a favor de la pequeña agricultura;
- si requiere mucho más y mayor atención aún, con inversiones a la altura de los retos para esa planta: domesticación, consolidación de prácticas sostenibles y de un modelo de negocio viable, articulación de una cadena productiva hacia una demanda efectiva, etc;
- si al contrario, sería mejor evitar más decepciones con el cultivo y enfocar esfuerzos en mejores opciones para el desarrollo rural y para la transición energética.

Al respecto se ha publicado bastante sobre los problemas de la *Jatropha* y los abandonos en muchos casos, subrayando que las expectativas habían sido irreales (FAO-HLPE, 2013). Pero no hemos encontrado conclusiones explícitas en cuanto a las perspectivas de la *Jatropha*, excepto por organizaciones denunciando abusos en casos específicos (apropiación de tierras, obligación de cultivar) de un lado, o por empresas cuyo negocio es vender semillas o plántulas de *Jatropha*, del otro lado. A niveles nacionales o globales, todavía se mencionan potenciales de la planta, con cautela y sin cifras generalmente. Esa imprecisión nos lleva a preguntar si el desarrollo de la planta para la producción de biodiesel sigue siendo una opción, para quién y para cuales propósitos.

A continuación, presentaremos la investigación llevada a cabo para traer respuestas en el caso de un país latinoamericano, Costa Rica, donde se ha podido hacer un trabajo exhaustivo sobre las iniciativas en *Jatropha*. Detallaremos nuestros resultados principalmente en términos de actores involucrados y rol de la *Jatropha* en sus estrategias. Discutiremos las perspectivas de la *Jatropha* a partir de su situación actual y concluiremos con respuestas tentativas a la pregunta planteada y con recomendaciones para que los motivos de sembrar *Jatropha* sean más explícitos.

## **2. Metodología: sistematización de experiencias al nivel de un país**

La situación de la *Jatropha* en el mundo está hecha de una diversidad de casos particulares y de posibles excepciones. La falta de conclusiones decisivas sobre las perspectivas de *Jatropha* a un nivel global se puede explicar por la dificultad en generalizar a partir de puntos de vista opuestos sobre casos diferentes que no se pueden conocer todos directamente. La misma dificultad surge al nivel nacional en países extensos donde algunos casos muy mediatizados pueden esconder varios otros sin información.

---

<sup>11</sup> Por ejemplo la planta es susceptible a muchas plagas y enfermedades al cultivarse en plantaciones (Shanker & Dhyani, 2006). Su forma de resistir al estrés hídrico o a algunas enfermedades es perder sus hojas y dejar de producir frutos.

Al enfocarnos en un país pequeño, número 125 o 123 en la clasificación mundial por superficie (51 100 km<sup>2</sup>) o por población (4,7 millones habitantes), nos damos la posibilidad de un estudio exhaustivo al nivel nacional. Pudimos conocer personalmente a los actores en los diferentes niveles de decisión y visitar los sitios para observar y medir el desarrollo de la *Jatropha*. Desde 2008, participamos en las actividades de las principales instancias nacionales y regionales donde se comparte conocimiento e intenciones sobre la *Jatropha*: el PITTA-Biocombustibles<sup>12</sup> y el Programa Institucional en Fuentes Alternativas de Energía<sup>13</sup> en Costa Rica, la Alianza Energía y Ambiente con Centroamérica<sup>14</sup>, el Programa Mesoamericano de Biocombustibles<sup>15</sup> y la red latinoamericana BIALEMA<sup>16</sup>. En el marco de la tesis de maestría en socio-economía ambiental de David Palacios (Palacios, 2012), llevamos un trabajo pluri-disciplinario de sistematización de experiencias al nivel nacional.

Procedimos en tres principales etapas, con tres objetivos.

<b>Etapas:</b>	Revisión de literatura (datos secundarios)	Trabajo de campo: entrevistas y mediciones	Taller devolución resultados y retroalimentación (oct 2012)
<b>Objetivos:</b>			
<i>Caracterización de las iniciativas</i>	iniciativas, actores y sus motivaciones	objetivos, rol de la <i>Jatropha</i> y logros	precisiones y complementos
<i>Determinación de los rendimientos</i>	descriptores botánicos, factores físicos y ambientales de rendimiento	rendimientos observados	rendimientos reportados
<i>Análisis de las perspectivas</i>	planes por las diferentes partes	comparación planes y logros	validación diagnóstico y escenarios

Cuadro1: temas cubiertos por la investigación sobre la situación y las perspectivas de la *Jatropha*

#### *Identificación y caracterización de las iniciativas*

La identificación de las iniciativas se hizo en base a los actores identificados tres años atrás (Cifuentes y Fallot, 2009) y fue actualizada con las iniciativas recientes a través de nuestros contactos en los programas PITTA-Biocombustibles y PriFAe. Se identificaron 17 instituciones o empresas que estuvieron o están actualmente involucradas en el cultivo de *Jatropha Curcas* L. en Costa Rica. 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. Las entrevistas abarcaron aspectos generales sobre la iniciativa, razón del involucramiento con la *Jatropha*, y resultados actuales. Se organizó un taller para la devolución y discusión de los resultados de la investigación (24 octubre 2012), donde los actores de todas las iniciativas identificadas fueron invitados, incluyendo los que no permitieron entrevistas ni visitas, contando con sus ganas de conocer nuestros resultados e impulso de comentarlos.

<sup>12</sup> Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, coordinado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería <http://www.mag.go.cr/oficinas/prog-nac-biocombustibles.html>

<sup>13</sup> PriFAE, cf. [http://www.vinv.ucr.ac.cr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=193&Itemid=68](http://www.vinv.ucr.ac.cr/index.php?option=com_content&task=view&id=193&Itemid=68)

<sup>14</sup> AEA, cf. [http://www.sica.int/energia/aea/aea\\_breve.aspx](http://www.sica.int/energia/aea/aea_breve.aspx)

<sup>15</sup> PMB, cf. <http://www.proyectomesoamerica.org/>

<sup>16</sup> Red latinoamericana para la producción de Biocombustibles y su impacto alimentario, energético y medio ambiental <http://www.icidca.cu/Red/QueEs.htm>

### *Análisis de rendimientos*

Dada la falta de claridad en los datos, mencionada en introducción, consideramos que la cuestión de los rendimientos es clave para un diagnóstico sobre la situación de la *Jatropha*. La investigación sobre rendimientos revela malentendidos, falta de preparación y a veces, falta de transparencia en la difusión de resultados. Una revisión de literatura inicial permitió validar los aspectos que se deben considerar (medir, evaluar y observar) durante la fase de campo, entre los cuales tenemos: aspectos agronómicos de la *Jatropha*; rendimientos y sus posibles determinantes ambientales, físicos y de manejo; así como los descriptores botánicos<sup>17</sup>. La información secundaria recopilada se utilizó para elaborar los protocolos de trabajo: protocolo de entrevistas para propietarios o encargados de la iniciativa de *Jatropha*; y el protocolo de medición/observación aplicado en parcelas de pequeños agricultores involucrados en el cultivo de *Jatropha* a través de iniciativas cooperativistas. Se hizo una visita a todos los sitios con rendimiento superior a cero. Dos sitios no se pudieron visitar por asunto de confidencialidad, pero pudimos obtener información al tener la presencia en el taller de devolución de resultados, con representantes de esas iniciativas. Prestamos atención a la distinción necesaria entre rendimientos así reportados y rendimientos observados.

### *Análisis de perspectivas*

La revisión de literatura inicial permitió confirmar la presencia de la *Jatropha* para combustibles en los discursos y planes oficiales, como el IV Plan Nacional de Energía 2012-2013 o las líneas de acción del Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas<sup>18</sup>. Sin embargo, todavía no existe una cadena productiva del biodiesel de *Jatropha*, donde se articularían las diferentes actividades de plantación de *Jatropha* y producción de biodiesel. Las entrevistas con los actores de la *Jatropha* sirvieron para revelar perspectivas diferentes, sin enfoque en la producción de biodiesel de *Jatropha*, e indicando sus distintas motivaciones al involucrarse con *Jatropha*. Esas diferencias nos llevaron a organizar un debate durante el taller de devolución, para considerar escenarios específicos, cada uno sobre un eslabón de la cadena productiva del biodiesel de *Jatropha*: la producción de semillas de *Jatropha* o la innovación en sistemas descentralizados de producción de biodiesel. Esa separación entre dos escenarios fue parte de nuestra metodología para profundizar el análisis sobre la situación actual de la *Jatropha* en el país y llegar a conclusiones prácticas sobre las perspectivas.

## **3. Resultados**

### *Las iniciativas identificadas*

Llamamos "iniciativas", a los proyectos oficiales de plantación de *Jatropha*; y "actores", a las instituciones que los llevan.

De las 16 iniciativas identificadas, 13 llegaron a establecer plantaciones (cf. figura 1).

---

<sup>17</sup> 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). Los descriptores botánicos permiten una estimación lo más cercana posible. Se utilizaron los principales descriptores botánicos propuestos por la Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias para la *Jatropha*, (REDPA 2009), y se completaron con variables específicas del terreno (Físicas y ambientales).

<sup>18</sup> CENIBIOT, cf. <http://www.cenibiot.go.cr/index.php/sobre-cenibiot/lineas-de-accion>

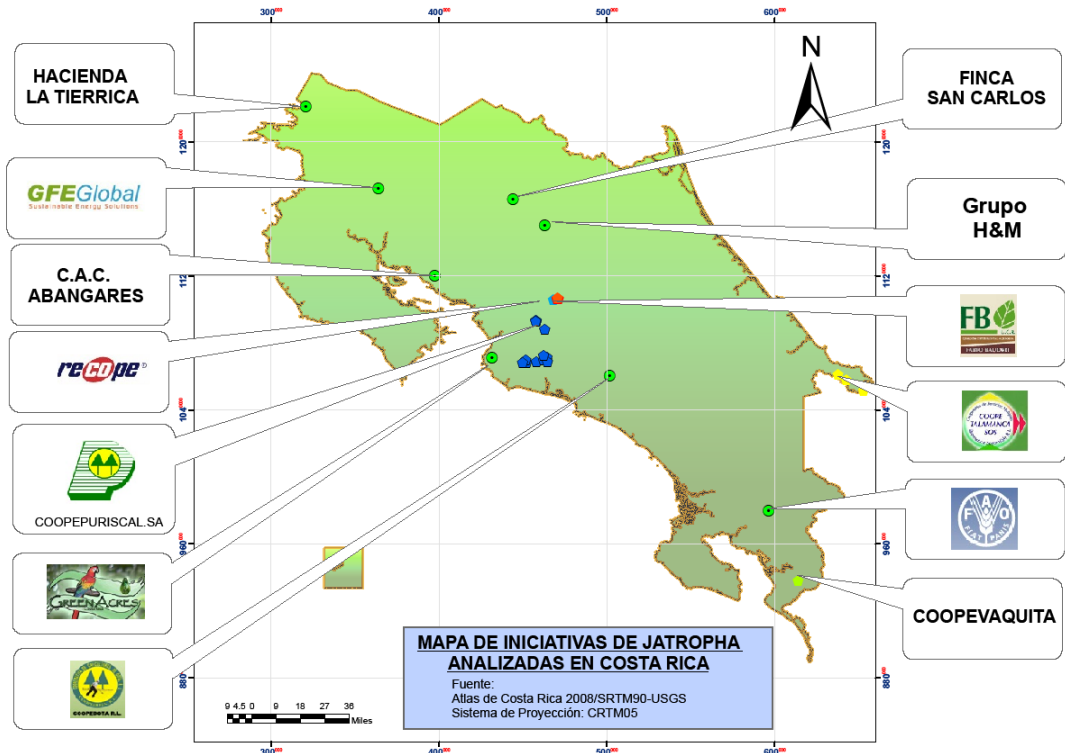


Figura 1: Mapa de distribución de Jatropha en Costa Rica(2012)

Actualmente 8 iniciativas continúan manejando las plantaciones. Son ensayos relativamente recientes, con menos de seis años. La figura 2 presenta la línea de tiempo de todas las iniciativas adicionalmente al programa nacional de biocombustibles<sup>19</sup>. Las que se encuentran marcadas con una “X” son aquellas que perdieron continuidad y ya no trabajan con Jatropha (algunas quitaron las plantaciones y otras únicamente dejaron de invertir tiempo y esfuerzos en las mismas).

<sup>19</sup> El programa nacional de biocombustibles (MAG-MINAE, 2008) prevé la producción de biodiesel a partir de palma aceitera, higuera, Jatropha, en un escenario base de introducción de mezclas de biocombustibles al consumo nacional da un porcentaje de 5-10% de biodiesel en 2008, 15-20% a partir de 2010.

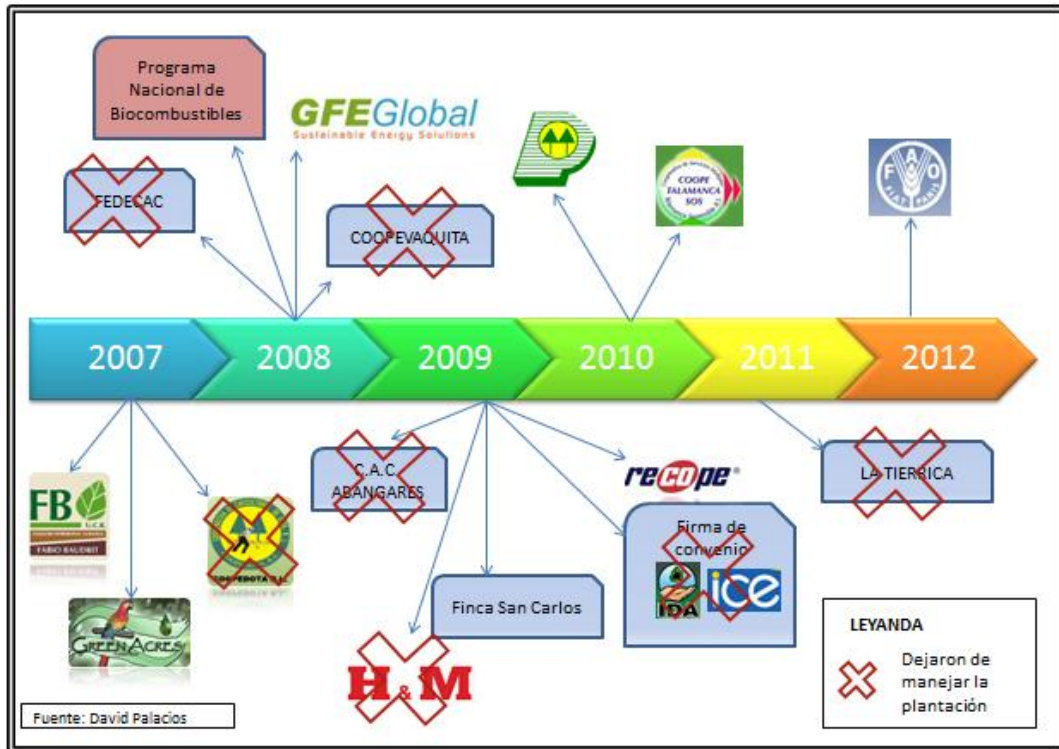


Figura 2: Línea de tiempo de las iniciativas de Jatropha en Costa Rica

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

#### *Rendimientos observados o reportados*

El rendimiento de la planta de Jatropha depende de las características del sitio (precipitación, tipo de suelo y fertilidad del suelo), la genética, la edad de la planta y el manejo (método de propagación, espaciamiento, poda, fertilización, riego, etc.). La información sobre esos factores reconocidos por los agrónomos y forestales (Francis *et al.*, 2005; Achten *et al.*, 2008) no se ve reportada en la mayoría de las iniciativas en Costa Rica. Dicha información se la obtuvo durante las entrevistas y visitas de campo, para posteriormente ser completada con información de pendiente, precipitación y altitud, al ubicar las plantaciones en el mapa de Costa Rica (Atlas de Costa Rica / SRTM 90-USGS). El siguiente cuadro presenta un resumen de los rendimientos anuales en kilogramo de semillas secas por árbol en el país y las condiciones de cada iniciativa.



Iniciativa fuente	Edad año	Pendiente/Precipitación/Altitud			Densidad siembra	Origen material	Rendimiento kg/árbol
		mm/año	m.s.n.m.				
GFE <sup>20</sup> Global entrevista Mora	5	0-5%	2000	100-200	2500	India	22.6 reportado
Green Acres - C-Fela <sup>21</sup> entrevista Häberer	6	0-2%	3000	100		14 distintas	8 reportado
Finca San Carlos entrevista Morales	4	25-40%	5500	600	2000	nativa, India, Cabo Verde	1-3
Hacienda La Tierrica entrevista Franco	2	10-30%	3000	200	Variado	India	0.5 - 1 observado
Grupo H&M entrevista Herrera	3	1-15%	4000	200-400	Variado	IN, BR, nativo Nicaragua,	0.5 observado
CoopeTalamanca Sos mediciones campo	3 y 1	0-5%	3000	50	500-800 /parcela	India, nativa (Guanacaste)	0.5 observado
CoopePuriscal mediciones campo	1-2.5	30-60%	2500 – 4000	250-1000	500-3000 /parcela	Nativa	0 observado
RECOPE <sup>22</sup> entr. Hernández	3	0-2%	2000	700	1333	IN, BR, nativa (Turrabares)	s.d
UCR-EEFBM <sup>23</sup> entr. Hernández	1-5	0-5%	2000	800	Variado	India, Brasil	s.d
CoopeVaquita entrevista Gómez.	3	0-2%	3500	100	1000	India	s.d
CoopeDota entrevista Ureña	5	30-60%	4000	1500		Colombia	0
FEDECAC <sup>24</sup>	3			0-1500		nativa	s.d
FAO entrevista Díaz	< 1 (5 m.)	>60%	3500	900		Cabo Verde, BR, Honduras	s.d
CAC <sup>25</sup> Abangares entrevista Talavera	4	0-15%	2000	100	Variado	Honduras, nativa	s.d

**Cuadro 2: condiciones y rendimientos de las plantaciones de *Jatropha* identificadas en Costa Rica**

Los datos reportados no son en base a cosechas totales, sino a monitoreo y estimaciones que llevan a cabo las iniciativas en determinadas plantas. En las 16 parcelas visitadas (13 de Coopepuriscal, 3 de CoopeTalamanca Sos), 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.

Esta recopilación de datos hace vislumbrar que los criterios para seleccionar los terrenos no fueron agroecológicos. De las 14 iniciativas que llegaron a establecer la plantación, la mitad se encuentran en zonas con más de 3000 mm anuales de pluviosidad, lo cual según Foidl *et al.* (1996) es el límite de resistencia de la planta para no presentar problemas de hongos. Pudimos observar en el caso de la Coopepuriscal una alta incidencia de hongos (5 parcelas de las 13 visitadas) y mortalidades del 100% en algunas parcelas. Al analizar las prácticas de manejo, pudimos evidenciar que las parcelas con manejo de podas, chapias y deshierbes son las que presentan mayor rendimiento según se reporta en la Finca San Carlos, y, GFE y Green Acres (los reportes de GFE y GreenAcres no pudieron

<sup>20</sup> GFE: Global Energy Farm (granja energética global).

<sup>21</sup> C-Fela: Clean Fuels & Energy Las Américas.

<sup>22</sup> RECOPE: Refinería Costarricense de Petróleo.

<sup>23</sup> UCR-EEFBM: Universidad de Costa Rica – Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno.

<sup>24</sup> FEDECAC: Federación de Centros Cantonales.

<sup>25</sup> CAC: Centro Agrícola Cantonal.

comprobarse y no concuerdan con la información medida en otras iniciativas o reportada en otros países). Las parcelas donde los agricultores no han hecho podas ni deshierbes presentan un alto grado de mortalidad de las plantas y nada de producción. En términos de material genético, se usó material nativo o silvestre y material de procedencias conocidas (Cabo Verde, India, Brasil) sin claridad sobre las ventajas específicas de cada una. En dos casos, las plantaciones iniciaron con material genético traído de otras zonas de Costa Rica, pero al no tener buenos resultados, consiguieron semillas de India o de Cabo Verde.

Nuestra reseña sobre los rendimientos y sus factores, da un primer indicio de que se ha sembrado o plantado *Jatropha* sin saber mucho sobre las características de la planta. Esa situación se podría explicar fácilmente si todas las iniciativas fueran ensayos agronómicos, con el propósito de investigar sobre el crecimiento de la *Jatropha Curcas* L. pero al conocer los actores de esas iniciativas nos dimos cuenta que no era el caso.

#### *Los actores y sus objetivos*

Los actores a pequeña escala son los principales involucrados, abarcando 9 de las 16 iniciativas que originalmente decidieron trabajar con *Jatropha*. De esas, se tiene registro de 60 familias involucradas, pertenecientes a cooperativas locales y a un proyecto llevado a cabo por FAO. La mitad de los actores no estaban enfocados al sector agrícola originalmente, tal es el caso de la primera empresa en trabajar con *Jatropha* en el país, que era una empresa que trabajaba en bienes raíces, otra en el sector de la construcción, varios actores pertenecientes al sector energético y una institución creada originalmente contra la instalación de petroleras en la costa del Caribe. Del sector agrícola, los actores son productores de café, palma aceitera, caña de azúcar, cítricos o musáceos (plátanos y bananos), o instituciones enfocadas a buscar alternativas para el desarrollo rural. Es interesante estudiar la diversidad de objetivos en los cuales la *Jatropha* encontró el interés de esos actores. Revela diferentes roles de la *Jatropha*, de los cuales pocos enfocados a la provisión de semillas para la producción de biodiesel.

<b>Actor y su objetivo general</b>	<b>Papel de la Jatropha para el objetivo general</b>	<b>Objetivos específicos con la Jatropha</b>	<b>Resultados obtenidos hasta el momento</b>
<b>GFE Global</b> Producir energía renovable en las fincas <a href="http://gfeglobal.com/">http://gfeglobal.com/</a>	Opción agro-energética	Desarrollo del cultivo de Jatropha	Venta de equipos (prensa, refinaría) Consultoría en manejo del cultivo de Jatropha
<b>Green Acres - C-Fela</b> Valorizar tierras  <a href="http://www.greenacrescostarica.com">www.greenacrescostarica.com</a>	Alternativa a inversión en turismo Producción en suelos degradados generando plusvalía Experiencia pionera en biocombustible	Promoción paquete tecnológico "GroWin" Producción estacas Transición hacia otras producciones oleaginosas	Manual manejo plantación de Jatropha Venta estacas y aceite para uso medicinal Organización de eventos "Jatropha Harvest Experience"
<b>Finca San Carlos</b> Producir y procesar caña de azúcar	Alternativa al combustible fósil consumido en la finca	Plantación de Jatropha	Ensayos y monitoreo de rendimiento
<b>Hacienda La Tierrica</b> Producir cítricos y construir urbanizaciones y caminos	Alternativa energética al combustible fósil en la finca Criterio para imagen ambiental	Plantación de Jatropha	Parcela instalada no se maneja actualmente
<b>Grupo H&amp;M</b> Producir materiales para la construcción. Construcción. Alquiler maquinarias	Materia prima adicional en su proyecto de producción de biodiesel Criterio de sostenibilidad	Plantación de Jatropha	Parcela instalada no se maneja actualmente
<b>CoopeTalamanca Sos</b> Inicialmente: lucha contra explotación petrolera en costa Caribe Posteriormente: Propuestas de alternativas energéticas enfocadas a producción de biodiesel	Materia prima biodiesel Oportunidades de proyectos y financiamientos en energías renovables Alternativa local de producción agrícola	Promoción de la Jatropha en la zona	3 parcelas establecidas menores a 1ha, una tuvo pérdida del 100%, dos inicialmente intercaladas con plátano, ahora manejadas como monocultivo
<b>CoopePuriscal</b> Industrialización y comercialización tabaco Desarrollo socioeconómico de los asociados	Oportunidades de financiamiento Brindar alternativas de producción en la zona	Establecimiento de parcelas demostrativas bajo distintos pisos altitudinales	40 parcelas establecidas, 30 manejadas

<b>RECOPE</b> Importación, refinación, transporte y venta de petróleo y derivados	Fuente renovable de energía para investigar	Ensayos de Jatropha para domesticación del cultivo	Entrega de 5 has de terreno a la UCR para la investigación del cultivo de Jatropha
<b>UCR-EFEBM</b> Investigación y experimentación agronómica	Tema de financiamiento y convenios con instituciones interesadas en Jatropha <sup>26</sup>	Investigación agronómica para domesticación del cultivo. Líder en el tema	Guía para el manejo del cultivo (2012, 90pp.)
<b>CoopeVaquita</b> Producir palma aceitera	Materia prima para planta biodiesel	Plantación de Jatropha como alternativa a la palma	Quitaron las plantas a los 3 años de sembradas
<b>CoopeDota</b> Producir café	Cumplir criterios para la certificación ambiental del café	Sombra para el café	Abandonaron la plantación
<b>Coopeagri</b> Procesar y comercializar café	Mantener su imagen ambiental	Sombra para el café	No llegó a plantarse
<b>FEDECAC</b> Fomentar la participación de los productores agrícolas en general	Alternativas de producción a cultivos actuales	Parcelas demostrativas zonas del Pacífico sur	Semillas entregadas a agricultores, sin seguimiento, pérdidas
<b>FAO</b> Nutrición, productividad agrícola, elevar nivel de vida de población rural	Posible alternativa de producción en la zona	Establecimiento de parcelas para observación	25 parcelas de menos de 1 ha en zonas de potrero con agricultores
<b>CAC Abangares</b> Generar alternativas para mejorar ingresos a sus miembros	Posible fuente de ingresos por pagos por servicios ambientales	Parcela de ensayo	Parcela instalada No se maneja actualmente
<b>IDA</b> Administrar tierras para el desarrollo rural	Nueva opción cultivo para agricultores	Ensayos para producción de agrocombustibles	Nunca se establecieron las plantaciones
<b>ICE</b> Servicio de electricidad y comunicación	Nueva fuente materia prima para producción energética local		
<b>Actor y su objetivo general</b>	<b>Papel de la Jatropha para el objetivo general</b>	<b>Objetivos específicos con la Jatropha</b>	<b>Resultados obtenidos hasta el momento</b>

Cuadro 3: resumen de la situación de la Jatropha a través de sus actores e iniciativas

2 iniciativas no llegaron a establecer plantaciones, 8 iniciativas tienen parcelas sin manejo actualmente, 7 tienen parcelas manejadas, en fase experimental o de ensayo. Las únicas actividades comerciales son de promoción del cultivo.

<sup>26</sup> MAG, RECOPE, cooperativas.

Consideramos que un objetivo principal domina los demás objetivos posibles al involucrarse en una iniciativa de *Jatropha*: adoptar un nuevo uso productivo del suelo, para 7 actores: la producción de combustible para consumo local para ocho otros; su imagen ambiental para dos actores ya involucrados en procesos de certificación. La contribución de la *Jatropha* a la imagen ambiental de las cooperativas de café no tuvo el éxito esperado y el objetivo de producción energética resultó inalcanzable sin el enfoque inicial en la plantación de *Jatropha* y sus rendimientos. Ante las dificultades mencionadas y los rendimientos bajos o nulos, varios actores se desanimaron, otros se reenfocaron en aspectos de manejo de plantación a pesar de no contar con experiencia al respecto (Cifuentes & Fallot, 2009; Palacios, 2012).

En una dinámica estándar de innovación, una fase experimental precede la implementación. Para el biodiesel de *Jatropha* en Costa Rica, las iniciativas se lanzaron, sin explícitamente dedicar atención y recursos a la experimentación, excepto por la UCR-EEFBM<sup>27</sup> cuya objetivo general es hacer investigación. Los objetivos de producción energética y de desarrollo rural con una nueva opción de uso de la tierra, escondieron expectativas de poder entrar directamente en una fase comercial. Recién después de las desilusiones, se tomó conciencia de los riesgos en invertir tierra, tiempo e insumos a un cultivo sin selección varietal ni cadena de valor. La última iniciativa a la fecha, de la FAO en el sur del país, se presenta claramente como una investigación sobre la relevancia del cultivo para pequeños agricultores. De nuestro conocimiento, es la primera iniciativa de un actor sin objetivo general de investigación, donde el propósito de investigación es explícito desde el inicio.

Esa constatación de que se toma conciencia de la importancia de una fase experimental en las iniciativas de *Jatropha*, nos lleva a estudiar la situación de la investigación en *Jatropha* en el país.

#### *Falta de cooperación en la investigación sobre Jatropha*

Pudimos evidenciar la necesidad de investigación en *Jatropha* para domesticar la planta, seleccionar adecuadamente variedades y sitios de producción, y definir el manejo agronómico apropiado a las características agroecológicas y socioeconómicas de esos sitios.

Algunos pocos biólogos y agrónomos de varios centros académicos (investigación y enseñanza) de Costa Rica<sup>28</sup> se dedican entre otros temas a la investigación en tema de *Jatropha* y dialogan con universidades de otros países (la Universidad de Florida en Estados Unidos en particular). El Centro Nacional de Investigación de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBIOT) se creó en 2007 con financiamiento europeo con el fin de entregar sus equipos y capacidad técnica al servicio de la investigación en temas de *Jatropha*. El problema es que no se comparte la información sobre sus trabajos y no queda claro si se debe a confidencialidad o falta de avances. Una empresa privada de biotecnología participa también de la investigación sobre variedades de *Jatropha* adaptadas a contextos centroamericanos, a mediante la asociación con la Universidad California San Diego. En su sitio web<sup>29</sup> y a través de campañas por correo electrónico, propone semillas patentadas con promesas de rendimientos triplicados, en términos de dólares por hectárea, sin compartir

<sup>27</sup> Universidad de Costa Rica - Estación experimental Fabio Baudrit Moreno.

<sup>28</sup> La Universidad de Costa Rica, el Instituto Tecnológico, el CATIE, la Earth, el Instituto Nacional de Aprendizaje,...

<sup>29</sup> <http://www.sgbiofuels.com/esp2/pages/hybrid-seeds-and-services/iMax-hybrid-seeds.php>

información de índole científico ni precisar las variables medibles como el rendimiento agronómico o el contenido en aceite de las semillas por ejemplo.

No hay claridad sobre el estado del arte de la investigación en *Jatropha* para el país. No pudimos identificar instancias nacionales donde se presenten, actualicen y debatan resultados científicos. Al nivel internacional, la investigación sobre *Jatropha* se ha enfocado progresivamente sobre el *jetfuel*, combustible de los aviones (OLADE, 2010). La calidad del aceite de *Jatropha* se revela particularmente interesante para su conversión a *jetfuel* (Pearlson et al., 2012) y las empresas de aerolíneas representan mercados ilimitados para la producción de *Jatropha*, así como fuentes de financiamiento de la investigación. Durante el taller de devolución, se mencionó la participación de Lufthansa en futuras iniciativas en Costa Rica.

#### **4. Discusión: a donde nos lleva la situación actual de la *Jatropha*?**

##### *Confirmación de las limitantes del cultivo*

Con nuestros resultados desalentadores, queríamos primero retroalimentar a los actores de la *Jatropha* antes de sacar conclusiones resaltadas. Se trataba de agradecerles por su colaboración en la sistematización de experiencias, y de darles la oportunidad de compartir entre ellos, para completar o corregir nuestros resultados. Se trataba también de dar otra oportunidad de colaborar a los actores que no nos habían dado acceso a sus plantaciones ni habían contestado nuestras preguntas. Tuvimos confirmación gracias al taller de que habíamos sido exhaustivos en la identificación de las iniciativas y validamos el diagnóstico realizado por el trabajo de campo. Los principales aspectos analizados fueron respecto a las limitantes del cultivo.

##### Jatropha es un cultivo no domesticado

Los actores reunidos estuvieron de acuerdo en que el cultivo no se encuentra suficientemente estudiado, el material genético es a menudo de orígenes poco conocidos y por ende no se cuenta con una producción suficiente de semillas de calidad para su distribución. Un factor mencionado como importante sobre el cultivo es la maduración asínrona de sus frutos y la cosecha, ya que tiene un flujo demasiado amplio lo cual incrementa los costos de mano de obra (Pieprzyk & Fallot, 2009). La posición oficial del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) presentada durante el taller, es investigar sobre la *Jatropha* y considerar que hasta el momento no es una especie apta para la producción.

##### Hoy, 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. Los actores de las iniciativas a mayor escala y capacidad de inversión, consideran que la demanda no será un problema, ya que esta supera la oferta, debido a que siempre existirán empresas dispuestas a comprar el biocombustible. Los actores de iniciativas de pequeña escala, subsidiadas en base a donaciones, mencionaron que la falta de demanda es lo que desmotiva a sus proyectos. Estos 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, si podrán cubrir el costo de la cosecha con sus ventas. 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.

#### Las plantaciones están mal manejadas

Principalmente en las iniciativas a pequeña escala, se evidencia un manejo deficiente en las plantaciones de *Jatropha*, sin podas ni limpiezas de la parcela. 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. Se puede relacionar el mal manejo de las plantaciones con la falta de conocimiento del material genético y de sus características, y con la falta de claridad sobre los mercados.

#### *Los antecedentes: cómo se llegó a esta situación*

El interés renovado por la *Jatropha* en los años 2000 nació en un contexto de desarrollo de los biocombustibles para reducir la dependencia al petróleo y la especie sirvió como alternativa de materia prima oleaginosa. En términos de litros por hectárea, la soja presentaba bajos rendimientos (menos de 1000l/año), comparado con la palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*, casi 5000l/año), cuyo desarrollo se hizo problemático por sus impactos sociales y ambientales. La higuera (*Ricinus communis L.*) y la *Jatropha* parecían ofrecer alternativas valiosas. La alta viscosidad del aceite de higuera dificulta su uso para el biodiesel (CIRAD, 2008). Podemos entonces intuir que la *Jatropha* empezó a llamar la atención, por no tener los principales defectos de las demás oleaginosas. Se consideró la *Jatropha* para las zonas donde se buscaban alternativas a la palma, o para justificar fondos de inversiones direccionadas a la investigación en energías renovables, con criterios sociales y políticos y poca atención a las condiciones agroclimáticas. Plantar *Jatropha* ha permitido acceder a recursos reservados, como las tierras asentadas del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA ahora INDER), o los financiamientos de bancos de desarrollo nacional o regional.

Se cumularon así varias ambigüedades y malentendidos. En vez de ayudar a pequeños agricultores, las iniciativas en *Jatropha*, les hicieron asumir los principales riesgos en juego (agrícola por falta de domesticación y riesgos de mercado por falta de cadena de valor). Se quiso evitar la competencia entre energía y alimentación, pero tal vez el agricultor prefiere tener la posibilidad de uso alimenticio de su cosecha en caso de que los mercados energéticos no le sirvan. Además, siempre hay competencia entre energía y alimentación, al nivel de consumo o anteriormente al nivel de los recursos dedicados a los cultivos energéticos. Se había pensado dedicar tierras de poco valor al cultivo de *Jatropha*, cuando en realidad, tierras caras pueden facilitar el acceso a financiamientos bancarios por representar buenas contrapartes hipotecarias. En contextos de donaciones y de información publicitaria, las decisiones no se plantearon claramente con sus pros y contras, entre autoconsumo y venta, ni entre uso local y vínculos con mercados e iniciativas internacionales. Con la promoción de la *Jatropha*, se ha querido ayudar a una población rural vulnerable sin necesariamente tener los recursos y el tiempo necesarios para hacerlo. Esos problemas reflejan relaciones de poder e influencias. No son muy específicos de la *Jatropha* y podrían afectar otra nueva opción considerada para enfrentar retos energéticos, ambientales o de desarrollo rural. Entonces no se trata de cerrar las iniciativas en *Jatropha* alegando sobre esos problemas, se trata de analizar las posibles salidas.

### *Las perspectivas a partir de la situación actual de la Jatropha*

Una serie de alternativas para los actores se puede plantear para aclarar cuáles son las posibilidades futuras a partir de la situación actual de la Jatropha.

#### Primera elección: decidir si enfocar sobre la Jatropha o si considerarla como una opción de transición hacia mejores opciones.

La lógica descrita en la página anterior, de interesarse en un nuevo cultivo porque presenta una solución con respecto a la principal limitante del cultivo precedentemente identificado (palma o higuera en Costa Rica), puede conducir a los actores de la Jatropha a alejarse pronto del cultivo, y escoger una planta con mejores rendimientos o mejor resistencia a los hongos. De hecho, en Costa Rica, se identificó el coyol (*Acrocomia aculeata*), con una productividad esperada más elevada que la de Jatropha. Sin embargo se trata también de una especie sin domesticar, con incertidumbre sobre su comportamiento en plantación. La decisión de enfocarse sobre Jatropha o ya considerar otra opción, depende de los criterios con los cuales se evalúan las opciones. Por ejemplo si consideramos el tamaño de inversión inicial, los actores preferirán la Jatropha a pesar de su productividad menor a la del coyol. Es importante en esas comparaciones asegurarse de no comparar expectativas irrealistas con observaciones. De ahí la importancia de la investigación previa a decisiones resaltadas sobre plantas generando expectativas y posibles desilusiones. En caso de incertidumbres, las expectativas corresponden a rangos en vez de valores particulares. Enfocar sobre la Jatropha en vez de inclinarse por otra oleaginosa sería reconocerle ventajas específicas e importantes. Esas ventajas se refieren a los objetivos seguidos. Por ejemplo la calidad superior de la Jatropha es motivo para seguir enfocado sobre esa planta desde el punto de vista del sector de la aviación ya que esa calidad es determinante para la producción de jetfuel.

#### Segunda elección: definir los objetivos y posiblemente priorizarlos.

La multiplicidad de objetivos es común en contexto de decisión colectiva y puede llevar a decisiones de compromisos que no benefician a nadie. Así se ha podido explicar las decisiones en favor de los biocombustibles en Francia, donde no era la mejor respuesta a los excedentes agrícolas, ni la mejor energía alternativa al combustible fósil, ni una decisión significativa de política ambiental, pero si se escogió y se apoyó por muchos años con subsidios significativos, porque no había otra opción que pudiese representar una respuesta aceptable a los tres sectores al mismo tiempo.

Evitar tales soluciones de compromisos que al final no benefician a nadie en particular, requiere priorizar objetivos. Lo que puede corresponder a la supremacía de una perspectiva sobre otra. La puesta en relieve de la obtención rápida de ingresos por ejemplo, llevaría a preferir la higuera. Mientras la seguridad de un mercado internacional importante llevaría a preferir la Jatropha.

En caso de priorizar un aspecto o un objetivo en las iniciativas de Jatropha, es importante explicitarlo y recordárselo al momento de evaluar la iniciativa. Por ejemplo si la Jatropha no sirve para generar una fuente fiable de aceite para biodiesel pero convive bien en asociación con plátano, es necesario plantear que no era el objetivo y eventualmente proponer que proveer sombra sea el nuevo objetivo prioritario de la iniciativa.



### Tercera elección: los plazos u horizontes

Las promesas de la *Jatropha* como fuente de biodiesel no se pueden cumplir antes de lograr la domesticación de la planta. Para un actor que no puede esperar tanto tiempo, una década tal vez, eso significa que la planta no cumple con sus promesas. El diagnóstico sobre la misma opción podrá al contrario ser positivo para un actor con gran capacidad de inversión, más positivo todavía, si su capital está trabajando y creciendo mientras tanto.

Precisar los tiempos supone también distinguir fase de experimentación y fase comercial con objetivos y entonces criterios diferentes.

## **5. Conclusión: ¿por qué la *Jatropha*? Los límites del caso Costa Rica.**

No pudimos analizar los efectos de escala ya que la gran escala en Costa Rica todavía es relativamente pequeña comparando con otros países. Dos tipos de casos revelan dos roles posibles de la *Jatropha* en estrategias de largo plazo. Entendemos por largo plazo horizonte de más de diez años, el periodo de tiempo generalmente requisito para un proceso de selección varietal y adaptación a condiciones locales de producción.

Invertir en plantaciones de *Jatropha*, puede representar una forma de empezar a actuar frente a desafíos amplios y complejos (transición energética, mitigación del cambio climático, desarrollo rural inclusivo) a niveles donde se quiere abarcar varios objetivos sin priorizar un solo. En esa situación, conviene vigilar cuales son las alternativas a la *Jatropha* para cada uno de los objetivos y como cada alternativa se compara a la *Jatropha*. La situación cambia para la *Jatropha* cuando una alternativa se muestra capaz también de cubrir varios objetivos, o cuando uno de los objetivos se borra un poco (cf. menos preocupación energética) u otro empieza a dominar (más importancia del desarrollo rural). Entonces soluciones más drásticas y enfocadas prevalecen sobre *Jatropha*, sobre todo si la planta no ha beneficiado de mucha investigación y desarrollo.

En países donde se ha mantenido un cierto equilibrio entre varios objetivos, la evolución de la situación de la *Jatropha* dependerá mucho de los avances sobre la planta, su manejo y sus mercados, de los esfuerzos de investigación que hubo y como resultaron. Investigación ha sido débil con esfuerzos dispersos en Costa Rica, de tal manera que apenas un objetivo (transición energética por ejemplo) tome prioridad sobre los demás, la *Jatropha* no representara la mejor opción. Se buscara respuestas más definitivas al problema sobresaliente.

Invertir en plantaciones de *Jatropha* puede ser una forma de captar recursos a los cuales no se podría acceder de la misma forma sin involucramiento en *Jatropha*. El acceso a la tierra, al agua, a financiamiento se puede facilitar por decisiones relacionadas al conjunto de objetivos mencionados. En caso de falta de seguimiento entre los criterios para el acceso a esos recursos y la evaluación de las iniciativas, la promoción de la *Jatropha* resulta poco coherente.

Costa Rica es representativa de países que no han explicitado una priorización entre objetivos concernientes a la *Jatropha*. Tampoco han podido generar una capacidad colectiva de investigación para avanzar en la definición de las variedades adecuadas y la articulación de cadenas productivas. El

riesgo es que esa priorización, se la dicta el contexto internacional, llevando a fluctuaciones en la atención por la *Jatropha* y discontinuidades en las iniciativas.

### Referencias (todos los accesos Internet se comprobaron el 6 de marzo del 2013)

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.

<[https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/185565/2/WA\\_B%26B2008\\_OpenAccess.pdf](https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/185565/2/WA_B%26B2008_OpenAccess.pdf)>

Axelsson, L; Franzen M., 2010. Performance of *Jatropha* biodiesel production and its environmental and socio-economic impacts. Dissertation, Technical Report. Chalmers University of Technology. Sweden. < <http://www.focali.se/filer/FRT%20201006%20-%20Jatropha.pdf> >

Brittaine, R; Litaladio, N., 2010. *Jatropha*: A smallholder bioenergy crop - The potential for pro-poor development. In *Integrated Crop Management*, IT Vol. 8, FAO.

<<http://www.fao.org/docrep/012/i1219e/i1219e.pdf>>

Cifuentes, M; Fallot, A. 2009. *Jatropha curcas* como biocombustible: estado actual del cultivo en Mesoamérica. *Recursos Naturales y Ambiente/no.56-57*.

CIRAD, 2008. Guía técnica para la utilización de aceites vegetales. 263p.

Eijck, J. (van), Smeets, E., Romijn, H., Balkema, A., Jongschaap, R., 2010. *Jatropha* Assessment Agronomy, socio-economic issues, and ecology. Report to the NL Agency, 157 páginas.

<<http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Report%20Jatropha%20assessment%20-%20Copernicus%20-%20NPSB.pdf>> .

FAO-HLPE (Food and Agriculture Organization - High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition), 2013. *Biofuels and Food Security*, A zero-draft consultation paper submitted by the HLPE to open electronic consultation <http://www.fao.org/fsnforum/forum/discussions/biofuels-v0>

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.

Ghezehei, S; Annandale, J; Everson, C., 2011. Shoot allometry of *Jatropha curcas*. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 71:4, 279-286. <<http://dx.doi.org/10.2989/SF.2009.71.4.5.103>>

GTZ, 2009. *Jatropha* Reality-check, A Field Assessment of the Agronomic and Economic Viability of *Jatropha* and Other Oilseed Crops in Kenya. Commissioned by GTZ, conducted by Endelevu Energy, World Agroforestry Centre, Kenya Forestry Research Institute. 158p.

<<http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/B16599.PDF>>

Hardman & Co, 2012. *Jatropha – Plant with a future*. 33p. [www.hardmanandco.com](http://www.hardmanandco.com)

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. 66p <[www.bionica.info/biblioteca/Heller1996Jatropha.pdf](http://www.bionica.info/biblioteca/Heller1996Jatropha.pdf)>

IICA, 2008. Biocombustibles, prosperidad o hambre? Presentación al III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles. 64 láminas.  
<<http://www.olade.org/biocombustibles2008/Documents/PONENCIAS%20III%20SEMINARIO%20BIO/SESION%202/2.%20Roberto%20Rondón%20-%20IICA%20-%20Nicaragua%20-%20Sesión2.pdf>>

MAG-MINAE, 2008. Programa Nacional de Biocombustibles, Resumen Ejecutivo.  
<<http://www.dse.go.cr/es/03publicaciones/01PoliticaEnerg/Resumen%20del%20Programa%20Nacional%20de%20Biocombustibles.pdf>>

Mubonderi, J., 2012. *Jatropha*: The Broom of Poverty; Myth or Reality? A critical analysis of the Zimbabwean *Jatropha* programme in Mutoko district. Practical Action Consulting, 24 pp.  
Commissioned by DFID. <<http://www.dfid.gov.uk/r4d/PDF/Outputs/PISCES/The-Broom-of-Poverty-Working-Brief.pdf>>

OLADE (Organización Latinoamericana de Energía), 2010. Seminario Latinoamericano y del Caribe de biocombustibles. <<http://www.olade.org/biocombustibles/Documents/Ponencias%20Chile>>

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.  
<[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572011000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572011000200005&script=sci_arttext)>

Palacios, D., 2012. Análisis de la situación del cultivo agroenergético *Jatropha curcas* L. (Tempate) y sus perspectivas para la producción de biocombustible en Costa Rica. Tesis de maestría, CATIE.

Pearlson, M., Wollersheim, C., Hileman, J., 2012. Modeling and Analysis - A techno-economic review of hydroprocessed renewable esters and fatty acids for jet fuel production. *Biofuels*, Bioprod. Bioref. 7:89–96 (2013)

Pieprzyk, B.; Fallot, A. 2009. *Jatropha curcas*. Aspectos ambientales, económicos y sociales en Costa Rica. Documento de trabajo del PCP sistemas agroforestales, CIRAD-CATIE, 13p.

REDPA (Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias), 2009. Situación de la *Jatropha* y Perspectivas, 28 p.  
<<http://www.mag.gov.py/dgp/Situacion%20y%20Perspectivas%20de%20la%20Jatropha%202009.pdf>>

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. *GCB Bioenergy* Volume 2, Issue 3, pp. 139–151.