

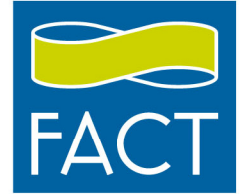
Producción de aceite de *Jatropha curcas* para el desarrollo local en Mozambique

"en prensa, presentado para su inclusión en los Debates del ACSS 2009 "

DR. FLEMMING NIELSEN & JAN DE JONGH

Banana hill, Floralaan 54, 6708EK Wageningen, Holanda, fnielsen@pobox.com;

Fundación FACT, Horsten 1, 5612 AX Eindhoven, Holanda, www.fact-foundation.com



Resumen

La mayoría de las investigaciones sobre la utilización de la *Jatropha curcas* para producir biocombustibles, se han enfocado en plantaciones a gran escala, mecanizadas, dirigidas al mercado internacional. Uno de los pocos proyectos que se ha enfocado en el uso de la *Jatropha* para el desarrollo local con agricultores a pequeña escala es el Proyecto de *Jatropha* FACT-ADPP ubicado en Cabo Delgado, al norte de Mozambique. El proyecto trata de sustituir el diesel utilizado localmente en molinos de maíz, bombas de agua y otros tipos de maquinarias, con aceite de *Jatropha*. En lugar de convertir el aceite de *Jatropha* a biodiesel, se convierten los motores para que funcionen con aceite puro.

El proyecto se ha estado ejecutando durante tres años y actualmente, los agricultores están produciendo cantidades importantes de semillas de *Jatropha curcas*. Sin embargo, la producción de semillas sigue aumentando, y todavía es muy temprano para predecir el rendimiento que finalmente se alcanzará. Las prensas de aceite y los motores convertidos se encuentran en funcionamiento.

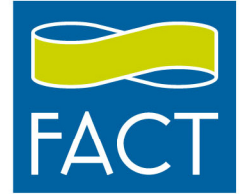
La densidad de población es baja y domina la agricultura migratoria. Los suelos son arenosos y no se utilizan técnicas ni insumos para el mejoramiento de su fertilidad. El uso de tracción animal o mecanización están ausentes. Los cultivos comerciales y empleos remunerados son casi inexistentes. El consumo de combustible líquido en la zona es principalmente diesel para los molinos y queroseno para las lámparas.

Inicialmente, el enfoque del proyecto se centró en las parcelas de *Jatropha*, pero a raíz de las preferencias de los agricultores, la atención se centra ahora en las cercas que rodean los campos de cultivo. Los problemas de plagas surgieron como una preocupación importante y lo siguen siendo. La principal plaga es el escarabajo pulga dorado; *Aphthona spp* el cual reduce el crecimiento, pero raramente mata las plantas. La investigación sobre el manejo integrado de plagas (MIP) está en una etapa muy temprana y en la actualidad sólo se conoce la eficiencia de los pesticidas químicos. No obstante, el uso de plaguicidas no es una opción viable para los agricultores.

La investigación que se ha llevado a cabo incluye aspectos agronómicos, plagas, pretratamiento de semillas, economía, balance de carbón y energía, modificación de motores diesel y el impacto en los motores diesel que funcionan con aceite de *Jatropha* puro. El componente de investigación integral se ejecuta en colaboración con organizaciones nacionales e internacionales de investigación, organizaciones no gubernamentales (ONG), empresas y universidades.

Esta presentación brindará una visión general de nuestros conocimientos agronómicos actuales, una evaluación del potencial de la *Jatropha* como promotor del desarrollo local, así como las brechas de conocimiento que quedan por descubrir.

Palabras clave: *Jatropha curcas*, biocombustible, desarrollo local, Mozambique



Introducción

El proyecto piloto "Jatropha para el desarrollo local" fue conceptualizado en el año 2005 y comenzó a implementarse en Mozambique en el 2007. Su objetivo es comprobar la viabilidad de promover el desarrollo local mediante la producción local de aceite de Jatropha para su uso en motores diesel locales convertidos (para que funcionen con aceite de Jatropha puro), así como para la producción local de jabón y aceite para lámparas (ADPP y Fundación FACT 2006) . El proyecto es único, y recientemente ha recibido un gran interés de diversos actores interesados en incrementar la escala de este enfoque.

En este documento se presenta un resumen de la experiencia que se ha adquirido hasta el momento, de las incertidumbres que persisten y los factores que se consideran cruciales para el éxito. Este último punto es importante al considerar un aumento de la escala de producción, ya que muchos factores son específicos a la zona del proyecto.

El desarrollo e implementación del concepto de utilización del aceite de Jatropha producido localmente para el desarrollo local, naturalmente, ha evolucionado a través de diversas fases. Al principio, deben resolverse los factores técnicos relacionados a los ámbitos de la agronomía y mecánica. Sin embargo, un sistema que funciona bien técnicamente, debe también ser adecuado al contexto social, por ejemplo, debe ser compatible con los sistemas agrícolas locales y ser socialmente aceptable. Además, no sólo deben ser económicamente viable, sino también atractivo en comparación con otras alternativas. Adicionalmente, un sistema a gran escala debe ser ambientalmente aceptable.

En la etapa actual, el proyecto ha demostrado que el sistema funciona a nivel técnico, encaja bien con los sistemas agrícolas locales, es socialmente aceptable, y no muestra signos de polarización social negativa. Además, parece ser económicamente atractivo en el entorno del proyecto actual, e incluso, con los actuales bajos precios de los combustibles fósiles, será económicamente atractivo aun sin el apoyo del proyecto. La investigación inicial sobre el impacto ambiental indica que el balance de gases de efecto invernadero dependerá del futuro desarrollo económico de la zona.

El proyecto tiene un componente de investigación significativamente mayor de lo común en proyectos de desarrollo; Es por ello que ha sido posible llevar a cabo la colaboración con varias instituciones, entre ellas: IIAM (Instituto de Investigación Agraria de Mozambique), UEM (Universidad Eduardo Mondlane), Universidad de Copenhague y la Universidad Tecnológica de Eindhoven.

"Jatropha para el desarrollo local" es un componente de un programa de desarrollo integrado. Otros componentes se enfocan en la horticultura, la agricultura de conservación, mejoramiento de pozos y bombas de cuerda manuales. La voluntad de los agricultores para participar en el programa dependerá de lo atractivo que les pueda

ser todo el paquete y los beneficios esperados. Esto es particularmente importante en el contexto de la *Jatropha*, ya que un rendimiento razonable se alcanzará sólo después de algunos años.

Las cuestiones organizativas no son abordadas en este trabajo, sin embargo, juegan un papel importante en los logros del proyecto. En ese sentido, han sido de gran importancia los ADPP (con los clubes de agricultores), Movimiento GAIA, y la Fundación FACT.

El proyecto es financiado por varios donantes de origen holandés; Stichting het Groene Woudt, Solidaridad, Stichting Doen e HIVOS.

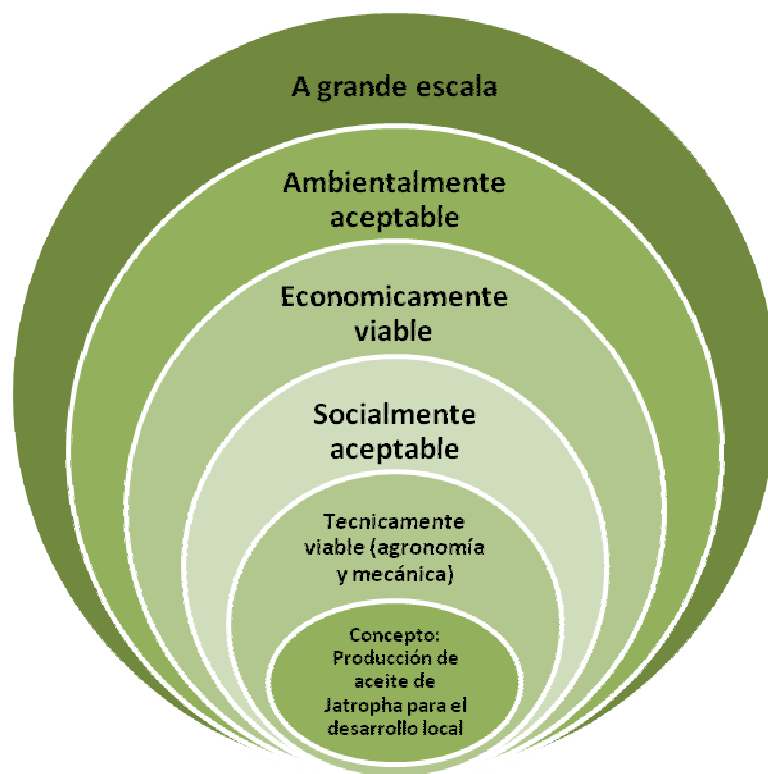
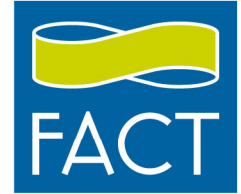


Figura 1: Solamente al ser viable y aceptable técnica, social, económica y ambientalmente, la ampliación de la escala de producción de aceite de *Jatropha* para el desarrollo local será interesante.

Área del Proyecto

El área del proyecto se ubica en la zona costera de la provincia de Cabo Delgado, en un área con una densidad de población menor a 18 personas por Km². Los suelos predominantes son Cambisol y Acrisol con algunos Chernozem (INIA-DTA, de 2002, clasificación de la FAO). La mayor parte del área del proyecto está dentro de la zona agroclimática R8 (INIA, 2000), con una precipitación anual de alrededor de 800 mm (INIA-DIA, 1999). El



manto rocoso se encuentra cerca de la superficie y el anegamiento es común en las zonas bajas durante la temporada de lluvias.

La agricultura migratoria de estación seca con asentamientos permanentes es la práctica que domina el uso del suelo. Durante la temporada de cultivo, los agricultores se desplazan a vivir a los campos para evitar caminar largas distancias y para proteger los cultivos de los animales silvestres. Se trata de una economía de subsistencia que se basa en la autosuficiencia alimentaria. No se utilizan insumos externos. Los cultivos comerciales tienen menor prioridad que los cultivos de alimentos y se producen en pequeñas cantidades para poder comprar jabón, sal, ropa, etc. En la zona, prácticamente no hay oportunidades de empleo no agrícola. El sésamo es actualmente el cultivo comercial más importante. Los principales cultivos y alimentos básicos son la yuca, seguida por el maíz, el arroz y el maicillo. Solamente el 22.6% de los hogares reportan suficiente producción de alimentos. El resto, están mal nutridos y el 2% afirma haber perdido a un miembro de la familia por causa de la desnutrición durante el último año (ADDP, 2009).

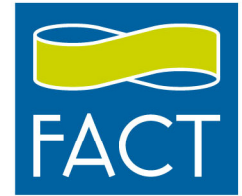
El cultivo es estrictamente manual y la disponibilidad de mano de obra constituye un factor que limita el cultivo. La saturación de trabajo se debe a la limpieza de malezas de los cultivos, lo cual consume el 35% del total de horas de trabajo de los agricultores durante la temporada de lluvias. Además, la protección de cultivos contra animales silvestres consume el 30% de las horas de trabajo.

El 76% de la población son musulmanes y el 72% pertenecen a la tribu Macua. Dependiendo de la estación entre el 16% y 42% de la población tiene acceso a agua de pozos protegidos (ADDP, 2009).

Viabilidad técnica: Aspectos Agronómicos

Cuando comenzó el proyecto había muy poca información y a menudo en conflicto, sobre las prácticas agronómicas. La investigación formal se planificó desde el principio, pero el proyecto no podía esperar los resultados de las pruebas y ensayos, por lo que se utilizó un enfoque de investigación-acción de forma paralela con la investigación formal. Los problemas que fueron surgiendo guiaron la investigación, por otro lado, los resultados de la investigación guiaron su implementación, a medida éstos estuvieron disponibles. Se establecieron parcelas de observación en diferentes lugares y se monitorearon con regularidad las primeras plantaciones de *Jatropha*, organizadas por Caritas en Msika, en la provincia de Manica.

Se encontró que en la provincia de Manica, la *Jatropha curcas* tuvo en general un buen desempeño durante los primeros 12 meses o más, antes que el escarabajo pulga (*Aphthona spp.*) la atacara severamente devastando la plantación. En algunos casos, parcelas con más de 1,000 plantas sufrieron tasas de mortalidad del 100%. Otros factores pudieron haber tenido efecto tal como el anegamiento de los relativamente pesados suelos, lo cual es común que ocurra en la provincia. La precipitación en Manica central es de más de 1,200 mm / año, mientras que el área del proyecto en Cabo Delgado, es de alrededor de 800 mm / año. Esta experiencia influyó la decisión de



ubicar el proyecto en la provincia de Cabo Delgado, donde la *Jatropha curcas* parecía tener pocos problemas de plagas.

La experiencia inicial dejó claro que el ataque de plagas es un problema importante a pesar de la creencia ampliamente difundida en su momento de que la *Jatropha* no tenía problemas de plagas. Los plaguicidas que contienen clorpirifos o cifenotrina se utilizaron con éxito en las parcelas demostrativas, no obstante, los plaguicidas se descartan como una opción para agricultores a pequeña escala a quienes se dirige el proyecto.

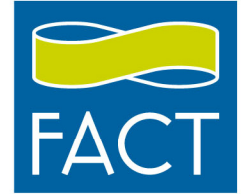
Las observaciones iniciales mostraron que los escarabajos pulga fueron la principal plaga de la *Jatropha* en Centroamérica y el norte de Mozambique (no se observó en el sur del país). Al menos dos especies pueden distinguirse visualmente. En la provincia de Manica, un escarabajo pulga pequeño color amarillo (*Aphthona dilutipes* Jacoby) era común y pareció causar mucho más daño que el escarabajo pulga color rojo-café (*Aphthona sp. n. dilutipes*) los cuales se encuentran en otros lugares (Nielsen 2007, Gagnaux 2009). Comunicaciones con investigadores de Kenia, Tanzania y Zimbabwe confirmó que el escarabajo pulga color rojo-café se encuentra también en esos países. Hasta hace poco, el autor no conocía de presencia del escarabajo pulga color amarillo fuera de la provincia de Manica, pero recientemente, se ha reportado su presencia en Malawi y Zambia.

La colaboración en materia de investigación de plagas en *Jatropha* se inició con la Universidad Eduardo Mondlane. El estudio encontró que la *Jatropha* plantada al final de la temporada de lluvias presentaba más problemas de plagas que la *Jatropha* plantada al comienzo de la temporada de lluvias (Gagnaux, 2009).

Inicialmente, los lotes de semillas provenientes de Zimbabwe y Malawi mostraron bajas tasas de germinación por lo que, en colaboración con IIAM, se hizo una prueba de tratamiento de semillas (Jamice de 2007). La prueba comparó procedencias de Guatemala, Bilibiza y Gorongos y su reacción al remojo en agua durante 24 horas, 48 horas y el pelado de semillas. Se concluyó que ninguno de los tratamientos aumentó las tasas de germinación en comparación con el control. Las semillas de origen después de las pruebas han demostrado siempre tener tasas de germinación superiores al 90% y por lo tanto, el problema se atribuyó a las semillas utilizadas inicialmente.

La *Jatropha* se ha promovido como un cultivo ideal para suelos agotados por sobre utilización. Sin embargo, las parcelas demostrativas establecidas en suelos agotados muestran que, aunque la *Jatropha* sobrevive en esas condiciones, su producción es casi nula.

La plantación de estacas fue probada con éxito, pero debido a que éstas no desarrollan una raíz pivotante, el proyecto recomendó a los agricultores utilizar solamente semillas. No obstante, muchos agricultores prefieren la plantación de estacas debido a su rápido crecimiento, facilidad de plantación y familiaridad con su uso para la propagación. En un primer momento se descartó la siembra directa debido a la mala experiencia reportada en la literatura y a través de comunicación personal. Sin embargo, las pruebas informales dieron buenos resultados en la mayoría de las localidades, por lo que se considera una alternativa viable el establecimiento de viveros con mano de obra intensiva, que de otro modo se utilizaría para la producción de plántulas.



Las semillas utilizadas son originarias de Tanzania, Malawi, Guatemala, Nicaragua, Zimbabwe y las recolectadas en diferentes localidades en Mozambique. La principal fuente de semillas para el proyecto de Cabo Delgado es una plantación de *Jatropha* establecida de forma natural con un buen rendimiento de semillas y aspecto saludable. Esta es una decisión pragmática que tiene sentido, debido a la falta de información sobre el desempeño de semillas con otras procedencias.

En la actualidad, las semillas provenientes de Guatemala (Octagon Ltd.), Tanzania (Diligent Ltd.) y Montepuez (Mozambique) son comparadas en distintos ensayos realizados en Cabo Delgado (RCBD, 4 repeticiones) (Nielsen, 2008). Si las semillas con procedencias extranjeras resultaran superiores, eventualmente se promoverán como fuentes de semillas. Otra prueba, en colaboración con IIAM realizada en el Bosque de Investigación Mandonge en la provincia de Manica fue concluida después de dos años, esto debido a que las plantas habían crecido menos que su equivalente de dos meses de crecimiento en Cabo Delgado.

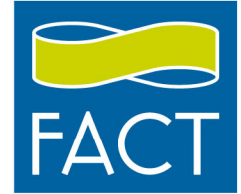
Inicialmente, se recomendó a los agricultores que plantaran la *Jatropha* en sus parcelas, no obstante, al hacerse evidente que preferían la plantación de cercas vivas, el enfoque de las actividades de investigación cambió a la plantación de cercas.

Los agricultores usan una distancia de plantación de 0.8 metros (6 muestras al azar de 10 plantas), que es mucho más de lo que se reporta como óptimo en la literatura. Se han establecido pruebas con un espaciamiento menor y se espera tener los primeros datos de rendimiento en el 2010. Los ensayos incluyen plantas establecidas a partir de estacas, siembra directa y plántulas. Todas las pruebas se establecen en parcelas demostrativas, donde, los agricultores por sí mismos pueden comparar los resultados y sacar sus propias conclusiones. Simultáneamente se realiza la medición sistemática de las cercas y parcelas de *Jatropha* de los agricultores.

La poda se recomienda para estimular la ramificación y por lo tanto, un mayor rendimiento. Ningún ensayo formal sobre la poda se ha establecido. A los agricultores por lo general, no les gusta podar, debido a que creen que un desperdicio cortar plantas sanas. Como resultado, los rendimientos disminuyen más de lo necesario, y se requiere mayor trabajo para la eliminación de malezas debido a un dosel relativamente abierto. En algunos casos, los daños por las plagas en los brotes terminales resulta en ramificación y por lo tanto se mantiene el rendimiento. Sin embargo, la cosecha es más difícil debido a la altura de las plantas.

En general, los obstáculos agronómicos se han abordado lo suficiente como para llegar a un sistema de trabajo. Sin embargo, una mejora significativa y optimizaciones se pueden hacer con medios sencillos tales como la selección de semillas, espaciamiento menor entre plantas y una poda adecuada.

Viabilidad técnica: Aspectos de Ingeniería



Las prensas pequeñas operadas manualmente tienen muchas ventajas: su mantenimiento es sencillo, son fáciles de operar, son asequibles para muchas comunidades, puede asegurar el mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante la incorporación al suelo del residuo del prensado y crean puestos de trabajo a nivel local.

Sin embargo, las pruebas realizadas con prensas manuales de tipo Bielenberg y Piteba demostraron que la obstrucción de las prensas es un problema demasiado grande para que su uso sea viable. A las personas de la comunidad local les pareció demasiado baja la producción de menos de un litro de aceite por hora. Además, existe un peligro de intoxicación mortal si la prensa de *Jatropha* se utiliza para la producción de aceite de cocina sin que antes sea limpiada a fondo.

Los problemas con impurezas en el aceite por la contaminación del equipo y un contenido muy alto de fósforo por presionar frutos verdes, tienen más probabilidades de producirse en la producción comunitaria que en la producción con una prensa industrial y un operador con experiencia.

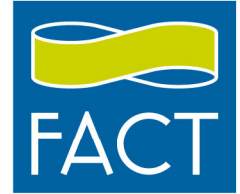
No existe una norma internacional de calidad para el uso de aceite de *Jatropha* en motores de combustión y por lo tanto, el proyecto se basa en la norma DIN V 51605 para el aceite de canola (FACT, 2009). El control de calidad sólo es factible con una instalación centralizada de producción de aceite.

Estos factores contribuyeron a la decisión de recolectar las semillas de *Jatropha* de las comunidades hasta un lugar central donde son prensadas con prensas tornillo con motor (de los tipos Sayari y DoubleElephant) por un operario calificado.

No obstante, una instalación central de prensado de aceite aumenta considerablemente los costos de transporte y hace difícil a los agricultores la reincorporación al suelo del residuo del prensado de semillas.

Se levantó un inventario de los motores diesel existentes en el área con el fin de identificar los principales usos de los motores y seleccionar los tipos comunes de modificación para que funcionen con aceite de *Jatropha* puro. Los motores chinos Feidong similares a los motores ingleses Lister fueron seleccionados para su modificación. Éstos se utilizan comúnmente en molinos de maíz.

Los kits comerciales para la conversión de motores diesel para que funcionen con aceites vegetales puros existen en los países desarrollados, pero no son adecuados para el área del proyecto debido a su alta complejidad y precio. Por ello, el proyecto comenzó la realización de investigación con el objetivo de desarrollar kits de conversión de bajo costo con materiales disponibles localmente. Esto ha resultado en un primer prototipo que fue probado con éxito en Holanda por más de 500 horas con aceite de semilla de canola. Un segundo prototipo está siendo probado actualmente en Mozambique.



No hay experiencia con el uso a largo plazo de aceite de *Jatropha* en motores diesel. Para ser atractivos, los motores modificados deben tener un desempeño similar a los motores convencionales. Por lo tanto, el proyecto monitorea tanto los motores convertidos, como la calidad del aceite.

El uso y desgaste del motor se medirá mediante el desmontaje de un motor modificado al final de la prueba.

Hasta el momento no se pueden hacer conclusiones firmes acerca de la viabilidad técnica del funcionamiento de motores diesel con aceite de *Jatropha*.

Aspectos sociales

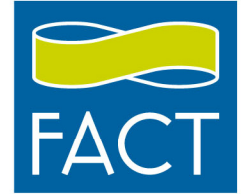
La aceptación de la *Jatropha* no ha sido un problema, ya que es conocida por los agricultores de la zona como una planta medicinal y ya ha sido utilizada para el establecimiento de cercas vivas y cultivos. Algunos agricultores encuentran que las cercas de *Jatropha* son mejores para la protección de cultivos contra animales salvajes que aquellas hechas con otras plantas.

La plantación de *Jatropha* ha demostrado ser popular entre los agricultores y el número de clubes de agricultores que participan y la extensión del área que se ha plantado, supera las expectativas. En la actualidad, se estima existen unas 250,000 plantas en crecimiento (Afonso y De Jongh, 2009). Un estudio realizado en colaboración con la Universidad de Copenhague, no refleja ningún sesgo de género u obstáculos culturales en la adopción del sistema de *Jatropha* (Vang, 2009). No obstante, los datos se basan en unas cuantas entrevistas, por lo que se requieren estudios más amplios para verificar esto.

El robo de plantas y semillas es un problema en varias áreas, por lo que los agricultores prefieren plantar la *Jatropha* cerca de su casa donde puedan vigilar la plantación.

Dado que la mano de obra constituye el principal factor limitante en los sistemas agrícolas, sería deseable que la *Jatropha* requiera de la mano de obra en momentos distintos a los requeridos en los cultivos de alimentos. En algunas localidades del área del proyecto, la cosecha de *Jatropha* se hace dos veces al año, de enero a marzo y, en menor medida, en octubre. En otras localidades, no hay una segunda cosecha. La primera cosecha coincide con el momento de demanda máxima de mano de obra para la limpieza de malezas en los cultivos de alimentos. Afortunadamente, la *Jatropha* no es muy propensa a dañarse, por lo que las semillas maduras, pueden dejarse en las plantas durante varias semanas. Esto hace que la *Jatropha* sea más compatible con la producción de alimentos que el sésamo, que es el principal cultivo comercial del área (Nielsen, 2009).

Aspectos económicos



El proyecto compra las semillas de *Jatropha* al precio de 5 MZN / kg hasta el final del proyecto. El precio actual de los combustibles fósiles es casi dos veces el precio del aceite de *Jatropha*, haciéndolo competitivo con relación a los combustibles fósiles basados en los costos estimados de recolección de semillas y extracción de aceite. En discusiones grupales, los agricultores dijeron que la *Jatropha* es atractiva para ellos, incluso a un precio de semillas de 2 MZN / kg. Los agricultores que no participan en el proyecto pagan actualmente 2.5 MZN / kg.

Con prensas mecánicas de tornillo, se requieren 4.5 kg de semillas para producir un litro de aceite por lo que un precio de 2.5 MZN / kg significa 11.25 MZN / L en materia prima, lo cual es la mitad o incluso menos del precio de venta del diesel en la zona el cual es de 22 a 40 MZN / litro dependiendo de cuan aislada esté la comunidad.

Después de dos o tres años de crecimiento, la sombra de la *Jatropha* evita el crecimiento de malezas y la mayoría de la mano de obra será únicamente para la cosecha. En pruebas de campo se constató que los agricultores pueden cosechar de 1-3 kg / hora de semillas peladas o más de 5 kg / hora sin pelar (Nielsen, 2009).

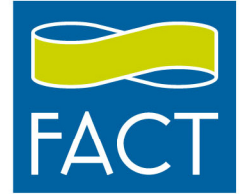
Con un precio de 2.5 MZN / kg, significa de 20 a 60 MZN / día. Esto proporciona una tasa favorable si se compara con los 30 a 35 MZN / día que es la tarifa de la mano de obra contratada. Los agricultores, en lugar de vender sus semillas, pueden producir aceite por su propia cuenta y utilizarlo para sustituir el diesel en máquinas locales como molinos de maíz y bombas de agua. El prensado manual de semillas de *Jatropha* tiene un rendimiento de poco menos de 1 litro / hora y debido a la baja eficiencia de las prensas manuales, se requiere 5.5 kg de semillas para extraer 1 litro de aceite.

Con la obtención de la cosecha 1-3 kg de semillas peladas por hora y un precio local del diesel de 22 a 40 MZN / litro, el valor de 8 horas diarias de trabajo es de 19 a 47 MZN, lo cual es comparable a otras opciones alternativas de ingresos. Se debe tener en cuenta que los costos de depreciación del equipo, no están incluidos en este cálculo.

Cuanto más aislada esté una comunidad, más alto será el precio del diesel y de ahí la ventaja comparativa de los productores de aceite de *Jatropha* para uso local. Los cultivos comerciales alternativos también tienen precios más bajos en zonas aisladas debido a los altos costos de transporte.

Desde la extracción del aceite, comienza la economía de la producción, la inclusión del transporte para la recolección de semillas, solamente se estima. La experiencia en Tanzania es que el costo de transporte es un determinante importante en la viabilidad económica (van Eijck, 2009).

Todo indica que la producción de *Jatropha* es económicamente viable y atractiva en comparación con otras fuentes alternativas de ingresos en la zona. Se debe tener en cuenta que se supone que el aceite de *Jatropha* es para consumo local y por lo tanto queda libre de impuestos.



El impacto del uso del suelo para biocombustibles en lugar de alimentos, se ha ganado mucha atención recientemente. Dentro del área del proyecto, muchos agricultores plantan la *Jatropha* en pequeñas cantidades. Esto es similar para otros cultivos comerciales. ¿Se verán los agricultores tentados a cultivar *Jatropha* en lugar de los cultivos de alimentos?

Para profundizar más en este tema se desarrolló dos grupos focales en los cuales se preguntó a los agricultores sobre su respuesta a los diferentes escenarios de precios tanto para el sésamo, que es actualmente el principal cultivo comercial, como para la *Jatropha*. La respuesta fue que el tiempo y el esfuerzo requerido por la *Jatropha* y otros cultivos comerciales, se dedicará solamente cuando sus propios alimentos de consumo estén garantizados, sin importar los precios que los cultivos comerciales alcancen. En la práctica, la implicación es que, para la mayoría de las familias, los cultivos comerciales son una parte menor de su sistema agrícola, y que la flexibilidad de los precios de los suministros es muy baja.

Impacto Ambiental

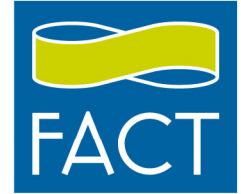
En la actualidad, el tema de expansión de la producción de biocombustibles que conduce a la expansión del área agrícola, se encuentra en un punto alto de la agenda internacional. Es poco probable que sea un problema en el área del proyecto, pero en la medida en que la *Jatropha* sustituya la producción de cultivos comestibles como el sésamo, en cualquier lugar, de manera indirecta, puede ocurrir un cambio en el uso del suelo.

Como se mencionó anteriormente, la mano de obra limita el área que se puede cultivar, y la expansión podrá hacerse solamente en la medida en que la *Jatropha* requiera menos mano de obra, o en temporadas bajas de trabajo. Debido a que la cosecha de *Jatropha* puede hacerse cuando la demanda de mano de obra para otros cultivos es relativamente baja, una familia puede cultivar un área ligeramente más grande cuando la *Jatropha* es parte de su sistema agrícola.

Sin embargo, es probable que el cultivo de *Jatropha* reduzca ligeramente el área de cultivo del sésamo, considerando que las plantaciones de *Jatropha* son productivas en la misma parcela por más de 40 años, mientras que el sésamo se cultiva en la misma parcela por un par de años y después se debe limpiar un nuevo campo de cultivo. Estas tendencias, junto con el hecho de que los cultivos comerciales cubren una pequeña parte de la superficie cultivada, hacen poco probable que la introducción de la *Jatropha* tendrá un efecto significativo en el área de cultivo.

En colaboración con la Universidad de Copenhague, el balance de CO₂ del proyecto ha sido evaluado. En poco tiempo, la investigación será publicada y se presentan aquí sólo unos pocos hallazgos.

El estudio encontró que el balance de CO₂ de cultivo de *Jatropha* es positivo, siempre y cuando la *Jatropha* sustituya campos de maíz o de barbecho. Sin embargo, si se remueve el bosque primario para hacer espacio para la *Jatropha* la deuda de carbono requerirá 1,900 años de cultivo de *Jatropha* para ser compensada (Vang, 2009).



Como se expuso anteriormente, en la introducción de la *Jatropha* a un sistema agrícola, un cuello de botella importante es la mano de obra, lo cual conduce a la sustitución de cultivos y no a la expansión de la superficie cultivada, por lo tanto, no es probable que el balance de CO₂ del sistema agrícola se vea afectado. La sustitución de combustibles fósiles con aceite de *Jatropha* y mejorará el equilibrio de CO₂ de las comunidades.

Sin embargo, por ejemplo, si la intervención aumenta los ingresos de los agricultores de manera que puedan comprar herbicidas, una importante expansión de la superficie cultivada podría resultar en un efecto negativo en el balance de CO₂.

La evaluación del impacto ambiental, incluyendo el balance de CO₂ dependerá en gran medida del escenario de desarrollo que se utiliza en el análisis, oscilando entre positivo a muy negativo.

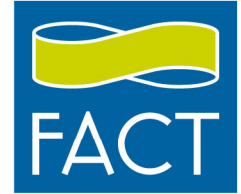
Conclusiones

Con base en los conocimientos adquiridos por el proyecto piloto hasta el momento, es probable que la *Jatropha* pueda contribuir positivamente al desarrollo local:

- La producción de aceite de *Jatropha* para uso local es probablemente técnicamente viable. Las semillas de *Jatropha* son producidas en cantidades importantes sin necesidad de aportes externos o cambios en los sistemas agrícolas locales.
- El prensado de aceite está empezando, las pruebas en motores diesel convertidos para funcionar con aceite de *Jatropha* puro están en marcha, no obstante, se requiere de pruebas a largo plazo antes de hacer conclusiones definitivas sobre su durabilidad y fiabilidad.
- Es socialmente aceptable y compatible con el sistema de producción local.
- Es probable que sean rentables y se compara favorablemente con fuentes alternativas de ingresos.
- El impacto en el balance de CO₂ dependerá en gran medida del camino de desarrollo que las comunidades seguirán en el futuro. Si las prácticas actuales de agricultura migratoria siguen, es poco probable que la introducción de la *Jatropha* cambie el balance de CO₂ de las operaciones agrícolas. No obstante, el balance de CO₂ de las comunidades tendrá un impacto global positivo por la reducción del uso de combustibles fósiles.
- Hasta el momento, algunos de los factores que han sido importantes para el éxito del proyecto, es probable sean distintos en otros lugares. Por tanto, la ampliación de la escala de producción deberá basarse en un análisis cuidadoso de la situación local.

Referencias

1. ADPP y Fundación FACT (2006) Propuesta de proyecto: *Jatropha* para el desarrollo local en Mozambique



2. ADPP (2009) Encuesta de Hogares, Club de Agricultores ADPP 2008 Informe de Análisis. ADPP, Mozambique
3. Afonso, B. y de Jongh, J (2009) ADPP-FACT Informe Narrativo de Progreso No. 5, 1 de julio 2009, Aceite de Jatropha para el desarrollo local en Mozambique.
4. FACT (2009) Manual de Jatropha segunda edición, Fundación FACT.
5. Gagnaus, Pomme Christiane (2009) Entomofauna associada a cultura da Jatropa (Jatropha curcas L.) em Moçambique, Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
6. INIA-DIA (Instituto Nacional de Investigación Agrícola, Dirección de Investigación Agrícola) (1999) Mapa Hidrometeorológico de Mozambique.
7. INIA (2000). Zonas agroecológicas de Mozambique. Instituto de Investigación Agronómica de Mozambique
8. INIA DTA (2002). - Zonas agroecológicas de Mozambique
9. Jamice, Rogerio (2007) Pruebas de germinación de semillas de Jatropha, en la Revista do Investigador, Quinta Edición, Junio de 2007
10. Nielsen, Flemming (2007), Presentación de carteles sobre los daños ocasionados por el escarabajo pulga en la Jatropha. Seminario de expertos sobre Jatropha curcas L. Agronomía y genética. 26-28 marzo de 2007, Wageningen, Holanda
11. De Nielsen, Flemming (2008), Protocolos de Investigación para ensayos de variedades de Jatropha, (RCBD); ensayos y mejora en las pruebas y observaciones.
12. Nielsen, Flemming (2009), Informe de viaje Mozambique, abril de 2009, Proyecto: Jatropha para el desarrollo local.
13. Van Eijck, J. (2009). Estudio de caso: El modelo de pequeños productores para la producción de Biocombustibles en Tanzania. A cargo de la GTZ y ProBEC.
14. Vang, Laura (2009) Mitigación del Cambio Climático: Dyrkning af Jatropha blandt småbønder i Mozambique. Tesis de maestría, Instituto de Geografía, Universidad de Copenhague.