

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Jatropha curcas.

Por:

JOSE ARMANDO CRUZ ALEMAN

MONOGRAFIA

Presentando como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2013

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



Jatropha curcas.

Por:

JOSE ARMANDO CRUZ ALEMAN

MONOGRAFIA

PRESENTANDA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenvista, saltillo, Coahuila, México,

Marzo del 2013

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

jatropha curcas

Por:

JOSE ARMANDO CRUZ ALEMAN

MONOGRAFIA

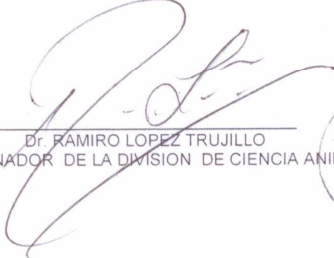
QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITOS PARCIAL PARA OPTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR


M.C. MANUEL TORRES HERNANDEZ
ASESOR PRINCIPAL


ING. ROBERTO A. VILLASEÑOR RAMOS
ASESOR


Q.F.B. CARMEN PEREZ MARTINEZ
ASESOR


Dr. RAMIRO LOPEZ TRUJILLO
COORDINADOR DE LA DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2013

DEDICATORIAS

A mi Dios.

Por darme la oportunidad de vivir en esta tierra , darme a mis padres, y por haberme ayudado en los momentos mas difíciles, en las situaciones que he pasado , por darme la inteligencia , sabiduría , serenidad y una "Fe" que no pierdo cada momento

A mis padres.

Sr. Ramiro Cruz Lievano (*t*)
Sra. Alba Alemán Arce

A ti María de Lourdes con profundo respeto y con todo cariño por ser una hermana y mujer que ha luchado por todos nosotros y más por mí con tu apoyo incondicional en los momentos que más e necesitado. Y por medio de esta monografía te demuestro que no te e defraudado la confianza que tienes en mi y tu mejor sueño se ha realizado. Te doy gracias por todos tus apoyos,

A mis hijas

Mirna Lucia Cruz Villatoro
Kenya Valentina Cruz Gil

Quienes fueron y seguirán siendo una pieza importante para poder lograr mis objetivos y que siempre pienso en cada momento en ellas.

A mis hermanos

Juan Antonio Cruz de los Santos
Ramiro Cruz Alemán
José Luis Cruz de los Santos

A quienes agradezco su valioso apoyo incondicional que me dieron durante todo mis estudios y mas cuando estuve cursando mi carrera. Y que los quiero mucho como si fuéramos de un solo padre como también de una sola madre.

A mis primos

El Lic. Jesús Ruiz Hernández y a su Sra. Esposa en el cual les agradezco su valioso cariño y apoyo. Como también las orientaciones que me sirvieron en cada momento de mi estancia por esta escuela. Y que no tengo más palabras por lo tanto les vivo agradecido hacia usted.

A mi primo el Sr. Adolfo Saldaña Alemán que para mi es una persona respetuosa y muy cariñosa en el cual le doy gracias por todo su afecto a mi persona.

A mi compadre y primo el Sr. José Emilio Velasco Cruz que cada día me daba fuerzas para seguir adelante con mi estudio y llegar asta mi objetivo que era la culminación de mi carrera.

A mi cuñado

A el Lic. Abiud de Jesús Zuarth Pola

A MIS GRANDES AMIGOS

Arnoldo Zavala Betancourt

Héctor Guillermo (dalay)

Jesús Ventura (caramelito)

Edgar Ramírez

Toño Mota

Héctor Vázquez

Hernán Cortes (cuñadito)

Pagua

Raúl García (muchachito)

A el Sr. Marcelo facundo mota y Sra. Quienes agradezco por sus amistad como su apoyo que me pudieron dar durante mi estancia en la escuela y que para mi el Sr. Marcelo llegue a querer como un hermano y te agradezco por tus orientaciones. Y por el cariño de sus hijos Kevin y alán.

Agradecimientos

A mi **ALMA MATER** por abirme sus puertas para poder estudiar una carrera que yo siempre anhelé , y que contribuyo en cada momento con conocimientos y que me servirá para que pueda triunfar en la vida.

Al M.C. **Manuel Torres Hernández** por su apoyo valioso para la revisión de esta monografía y como también su amistad que fue para mi especial y que contribuyo con mis conocimientos en el campo de la zootecnia

A cada uno de quienes en forma directa e indirecta contribuyo para que un día pudiera llegar a culminar mi preparación en esta gran escuela.

INDICE

Dedicatoria	I
Agradecimiento	II
Índice general	III
Índice de cuadros	IV
Índice de figuras	V
Resumen	1
Introducción	2
Objetivo	3
Justificación	3
Revisión de literatura	4
Origen y morfología de la <i>Jatropha curcas</i>	5
Nombre común en distintos países	7
Sinónimos	8
Desarrollo de fruto y maduración	9
Cosecha y producción	9
Plagas y enfermedades	12
Patrones en la producción vegetal	12
Propagación y siembra	16
fertilizacion	19
Poda del arbustos	19
Subproductos derivados de la extracción de aceite	21
100 motivos para sembrar la <i>Jatropha curcas</i>	25
Tipo de suelo y requerimientos agros ecológicos	36
Empresas que lo utilizaran el biodiesel	36
Localización y características del proceso de refinado	37
Impacto y beneficios de producción de <i>Jatropha curcas</i>	42
Principales riesgos que te puedan presentar en un tiempo no determinado pro la producción y comercialización de biodiesel	44
Conclusión	46
Literatura citada	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción taxonómica de la <i>Jatropha curcas</i>	8
Cuadro 2 . Indicador de producción de semilla y aceite por año	11
Cuadro 3. Plagas y enfermedades de alto potencial en <i>Jatropha curcas</i>	13
Cuadro 4. Enfermedades del tempate.	14
Cuadro 5. Plagas que pueden afectar el cultivo de la <i>Jatropha curcas</i>	15
Cuadro 6. Datos comparativos de dos variedades de semilla (semilla criolla e hindú análisis realizado en laboratorios de química agrícola CENTA	22
Cuadro 7. Requerimientos agro ecológicos del piñón <i>Jatropha curcas</i>	31
Cuadro 8. Características de los aceites en relación ala producción de Biodiesel.	36
Cuadro 9. Características del biodiesel normal y <i>Jatropha curcas</i>	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de <i>Jatropha curcas</i> .	5
Figura 2. Arbusto de <i>Jatropha curcas</i>	20
Figura 3. Muestra de fruto y semilla de la planta	21
Figura 4. Área de distribución de <i>Jatropha curcas</i> en México	33
Figura 5. Comparación de diferentes biocombustibles pero de diferentes especies	37
Figura 6. Coloración y presentación de una gota de aceite de <i>Jatropha curcas</i> .	37

RESUMEN

La planta conocida como piñón o piñoncillo (*Jatropha curcas*), leguminosa arbustiva con más de 3500 especies y 210 géneros que ha mostrado características deseables para participar de manera importante en la solución de la polución provocada por el uso de combustibles tradicionales como el petróleo, recurso natural no renovable, que además, tiende a escasear acarreando elevados costos para el consumidor. De esta planta se pueden obtener, a partir de la semilla, derivados como el biodiesel, biofertilizante, productos de tipo medicinales y otros que pueden coadyuvar a la economía de las regiones y de los países. Tan es así, que en los últimos tres años, empresas del ramo automotriz están experimentando con algunos de estos subproductos (biodiesel) en sus vehículos con importantes y buenos resultados. Esta planta, en la actualidad, se encuentra distribuida alrededor del mundo

En áreas de América Central, Sudamérica, Asia, India y Africa. Se considera como una planta con vocación de servicio, puesto que al año de sembrada comienza su producción de semillas y puede tener una longevidad de hasta 50 años, lo que garantiza la recuperación del capital invertido en su cultivo. Es una planta de relevante importancia para la agrindustria, dado que en el proceso de desarrollo de las plantas que servirán como materia prima para la producción de biodiesel, éstas capturan CO₂, y lo continúan haciendo durante su vida útil.

Palabras clave: *Jatropha curcas*, biocombustibles, fertilizantes, contaminación

INTRODUCCION

La riqueza de los recursos naturales no renovables, estriba en que son fuente principal de productos que coadyuvan a resolver la problemática energética para el hombre y que en un tiempo se encontraban disponibles en grandes cantidades y que se pensaba que eran inagotables, como ejemplo se puede citar el petróleo, del cual deriva una diversidad de productos que ayudan para los quehaceres diarios de la humanidad. Por mencionar algunos derivados principales como el diesel, gasolina, plásticos, fertilizantes etc. Pero que en la actualidad se hace necesario buscar alternativas que permitan obtener un combustible que sea de forma natural y que no contamine más al medio ambiente, que es la casa más grande de que disponen los humanos y que por lo tanto debe cuidarse.

En la actualidad se está trabajando con una planta de nombre *Jatropha curcas* que se desarrolla en las zonas tropicales y subtropicales de México y también en otros países, ya que se está produciendo biodiesel a partir del aceite que se extrae y que esto sería lo más nuevo en producción de combustibles. Pero también la utilización de todo el material que resulta de la extracción del aceite ayudaría como biofertilizante para ayudar a resolver la carencia nutricional de los campos agrícolas que a través del tiempo y por el uso excesivo han perdido su capacidad de respuesta en la producción. Además, esta planta puede contribuir en algunos aspectos de la medicina. Como también su aporte para la medicina.

Con tantas cualidades, podría parecer que es una exageración calificar este cultivo en plantaciones agroindustriales ya que retomaría un punto importante para las industrias.

Objetivo

Revisar la información disponible que sobre *Jatropha curcas* existe en México y en el mundo, así como también los avances logrados en su utilización en los diferentes aspectos en los que puede ser explotada.

Justificación.

La información disponible podrá ayudar a aquellas personas interesadas en la explotación de esta planta para, sobre todo, resolver la problemática de fuentes alternativas de energía.

REVISION DE LITERATURA

El descubrimiento de materiales, y concretamente plantas productoras de precursores de fuentes de energía (biodiesel) en un mundo ávido de energéticos, y consciente del agotamiento inevitable del petróleo, ha atraído a los gobiernos, empresas y personas; todos con el deseo de capitalizar un energético con mucha demanda potencial que ha sido promovido como un gran negocio “verde”. Todo indica que se está presenciando un fenómeno equivalente a la fiebre del oro, aunque ahora con los bioenergéticos, y en México y otros países, con el biodiesel producido a partir de plantaciones del arbusto mesoamericano conocido comúnmente como piñón o piñoncillo (*Jatropha curcas*) (Rodríguez, 2003). Una nueva especie botánica que solo se utilizaba como cerca viva y cuyas semillas son anti-parasitarias y que podría convertirse en breve tiempo en una nueva alternativa para potenciar el desarrollo sostenible en zonas rurales y convertirse en un energético altamente demandable, permitiendo la producción de nuevos combustibles: biodiésel a partir de su aceite vegetal (Becker, 2007) propiedades para desarrollar varios productos en cuanto al uso como biocombustible. Según indicó el profesor Becker, en los últimos 3 años se han realizado pruebas en vehículos automotores en la India, propulsados por combustible derivado de esta planta, con resultados exitosos (Van Der Linde, s/f). Su compañía eligió la *Jatropha curcas* como materia prima base por su alto contenido de aceite y porque, además, este aceite no comestible crudo extraído de la *Jatropha curcas* se puede refinar y convertir en biodiésel de alta calidad. Nagar (s/f) resaltó las propiedades y utilidades de este arbusto, tanto en sus usos tradicionales como su potencial como planta medicinal, destacando, entre otras, como producción de biodiesel a partir del

aceite de esta planta. Becker (2007) menciona que es la mejor materia prima para la producción de biodiesel.

La importancia de *Jatropha curcas* es relevante para la ecología y la agroindustria, puesto que mientras crecen las plantas que sirven como materia prima para la producción de biodiesel, estas capturan CO₂ durante su vida útil en los campos (Francis *et al.*, 2005).

Origen y morfología de la *Jatropha curcas*

Es una oleaginosa (figura 1) de porte arbustivo con más de 3500 especies agrupadas en 210 géneros.



Figura 1. Planta de *Jatropha curcas*
(Fuente: <http://www.jatrofacurcasweb>)

Esta planta es originaria de México y Centroamérica, pero crece en la mayoría de los países tropicales, y actualmente se encuentra en todo el mundo tropical, ya que crece bien en tierras marginadas. Se le cultiva en América Central, Sudamérica, Sureste de Asia, India y África (Makkar y Becker, 1999). México es un país que presenta una mega diversidad de especies y la cual, alberga una infinidad de plantas autóctonas escasamente estudiadas, una de ellas es el piñón o piñoncillo (*Jatropha curcas* L.) (Makkar y col., 1997). Biofuels (1997) ha desarrollado la colección más grande y diversa del mundo de material genético de la *Jatropha*, incluyendo más de 6,000 accesiones recolectadas en su centro de origen.

Es un arbusto caducifolio que pertenece a la familia *Euphorbiaceae*. Los frutos (fig. 3) son cápsulas elípticas, color amarillo con 2 a 3 semillas por fruto. Se desarrolla bien en las regiones del trópico seco y trópico húmedo en altitudes que van del nivel del mar hasta los 800 msnm (Henning, 1998). Se señala que en Nicaragua se estaba extinguiendo esta planta porque nadie se tomaba la molestia de reproducirla o dejarla reproducir porque era considerada como altamente venenosa para el ganado. Cabañas (s/f) dice que la *jatropha curcas* era nativa de Paraguay ya que tienes datos desde época de la colonización, donde los españoles utilizaban el aceite y la cáscara para producir aceite.

Se trata de un arbusto, cuyo nombre científico es *Jatropha curcas*, que fue trasladado al viejo continente en el siglo XVIII, y que llega a Africa desde Portugal para convertirse en una planta milagrosa, que ha ayudado a los suelos y a la economía de ese país (Erazo, 2007).

Un gran número de científicos han intentado definir el origen de la *Jatropha* pero se han encontrado controversias en cuanto al origen. Entre otros lugares, los orígenes de mayor probabilidad pueden ser Brasil, México y otros países de América Central. Todavía no se sabe con exactitud el lugar nativo, más aún cuando se encontraron variedades de la especie en distintos bosques. Desde el Caribe, la especie fue probablemente distribuida por los navegantes portugueses a países de África (primero en Cabo Verde) y Asia (www.inta.gov). En el seminario internacional llevado a cabo en Chile en el 2008 se describe que el origen de la *Jatropha curcas* es el estado de Chiapas (México) y es conocida en toda Latinoamérica con diferentes nombres como tempate o piñón, entre otros nombres y de esta se extrae el aceite que es utilizado como biodiesel y otros derivados que se puedan obtener (www.comunicación.chiapas.gob.mx). En el cuadro 1 se describe la taxonomía de esta planta.

Nombre común en distintos países

Los nombres comunes más usados en las diferentes regiones donde se cultiva esta planta son: en Cuba, piñón botija, piñón de cercas, piñón purgante (Bisse, 1988). Es llamada piñoncillo en México; piñol en Perú; tempate en Costa Rica; *physic nut* en países angloparlantes; coquillo en España; cotoncillo en Honduras; piñón en Guatemala y Nicaragua, y también tempate en este último país. Otros nombres son: coquito, capate, higo del duende, barbasco, higo de infierno, purga de fraile, tua tua, *pinhao manso*, etc. (Torres, 2007).

Cuadro 1.Descripción taxonómica de la *Jatropha curcas*

<u>Reino:</u>	<u>Plantae</u>
Subreino:	<u>Tracheobionta</u>
<u>División:</u>	<u>Embryophyta</u>
<u>Clase:</u>	<u>Magnoliopsida</u>
Subclase:	<u>Rosidae</u>
<u>Orden:</u>	<u>Malpighiales</u>
<u>Familia:</u>	<u>Euphorbiaceae</u>
Subfamilia:	<u>Crotonoideae</u>
<u>Tribu:</u>	<u>Jatropeae</u>
<u>Género:</u>	<u>Jatropha</u>
<u>Especie:</u>	<u>J. curcas</u>

Fuente: (<http://es.wikipedia.org/wiki/Jatropha>)

Sinónimos (Jiménez, 2008):

- *Castiglioni lobata* Ruiz & Pav.
- *Curcas adansonii* Endl.
- *Curcas curcas* (L.) Britton & Millsp.
- *Curcas drastica* Mart.
- *Curcas indica* A.Rich.
- *Curcas lobata* Splitg. ex Lanj.
- *Curcas purgans* Medik.
- *Jatropha acerifolia* Salisb.
- *Jatropha afrocurcas* Pax
- *Jatropha condor* Wall.
- *Jatropha curcas* var. *rufa* McVaugh
- *Jatropha edulis* Cerv.
- *Jatropha yucatanensis* Briq.
- *Manihot curcas* (L.) Crantz
- *Ricinoides americana* Garsault
- *Ricinus americanus* Mill.
- *Ricinus jarak* Thunb.

Desarrollo de frutos y maduración

Las inflorescencias se forman terminalmente en el axial de las hojas en las ramas. Ambas flores, masculinas y femeninas, son pequeñas (6-8 mm), verdoso-amarillo en el diámetro y pubescente, cada inflorescencia rinde un manojito de aproximadamente 10 frutos. El fruto es del tipo de una nuez verde, luego se torna amarilla y madura tomando un color marrón; dentro del mismo se encuentran 3 semillas de color negro.(<http://www.jatrophacurcasweb.com.ar>).

El desarrollo del fruto le toma aproximadamente entre 60 y 120 días, desde la floración hasta la maduración de la semilla. La reproducción se detiene al inicio del periodo de lluvia (Jiménez, 2008)

Cosecha y producción

Se cosecha a los 8 meses, la primera cosecha rinde 200 a 250 kg /ha. Luego de año y medio se efectúan dos cosechas anuales y desarrollada la planta, anualmente se obtienen alrededor de 10 kg de frutos por planta, de los cuales, 4 kg corresponden a la semilla. El rendimiento es de 25 ton. de frutos por hectárea y 10 ton. de semilla (con una población de 2,500 plantas por ha) .Esta producción mejora con régimen de lluvias adecuados en el año. La cosecha es manual (cultivo de alto impacto social) (<http://www.elsitioagricola.com>).

La planta dura unos 50 años, ofrece hasta tres cosechas anuales; sus pequeñas semillas son de tamaño similar a un grano de café. El cual es necesario la contratación de personas para realizar la cosecha de las semillas que se llevarán a la fabrica (<http://biodiesel.com.ar/2070/jatropha-curcas>)

Entre las especies del género destaca *Jatropha curcas*, debido a que sus semillas, ricas en aceite, son usadas para fabricar biodiesel (Foild, *et al.*, 1996; Bassam, 1995). En el proceso de extracción se ha logrado hasta un 40% de aceite susceptible de ser procesado y transformado en biodiesel, gasolina de aviación y otros derivados. Algunos cultivos han logrado un rendimiento de 1.900 litros de aceite por hectárea a partir del segundo año y se espera que el desarrollo tecnológico permita mejorar su productividad en los próximos años (<http://biodiesel.com.ar/2070/jatropha-curcas>). Se dice que en cuanto a la productividad, su vocación es de servicio: empieza a producir de manera rentable al cabo de un año de sembrado, su producción se incrementa año con año durante los primeros 5 años y a partir de ahí se estabiliza en los 30-50 años que le quedan de vida. El aceite de la semilla de la *jatropha* puede ser transformado en biodiesel mediante proceso de esterilización. El aceite puede ser transformado en bio-pesticidas. Los sub-productos derivados de la elaboración de biodiesel con aceite de *jatropha* son: glicerina y pasta resultante de la extracción del aceite (www.3wmexico.com/imagen/jatropharesumen). El cuadro 2 indica la relación entre la producción de semilla y aceite.

Cuadro 2. Indicador de producción de semilla y aceite por año

AÑO	KG DE SEMILLA/ha	KG DE ACEITE
1	250	115
2	1000	460
4	5000	2300
6	12000	5520

(Fuente: www.engormix.com/jatropha)

Se menciona que la semilla puede contener entre 40 a 60% de su peso en aceite apto para transformarse en biodiesel mediante un proceso industrial. Así mismo, se señala que este arbusto crece rápido y, en condiciones óptimas, empieza a producir semillas a los seis meses de sembrada

(<http://www.foroedialogo.com/forum/topics>)

Las producciones de aceite que se puede extraer en la semillas de *J. curcas* de México contienen 55-60% de aceite que puede ser convertido a biodiesel por un proceso llamado transesterificación. La conveniencia de conversión del aceite a biodiesel ha sido claramente demostrada por diversos investigadores, con rendimientos del 92% de conversión (<http://www.uaemex.mx>).

Plagas y enfermedades

En la planta de la *jatropha* en estado silvestre, las plagas no son gran problema, sin embargo, en condiciones extensivas de monocultivos, las plagas y enferme-

dades pueden ser problema en el cultivo . En el cuadro 3 se mencionan algunas de las plagas más comunes en este cultivo.

Patrones en la producción vegetal

Se hace mención de algunas plagas asociadas al cultivo (cuadro 4) localizadas en Nicaragua pero también en diferentes países. Son plagas y artrópodos benéficos para la plantación y se encontraron en plantaciones de *Jatropha curcas* L.

(*Euphorbiaceae*) . La plaga principal: *Pachycoris klugii* Burmeister (*Heteroptera: Scutelleridae*) que daña los frutos en desarrollo. La segunda plaga más frecuente fue: *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Het.: Coreidae). Adicionalmente, doce especies de insectos se alimentan de esta planta. Entre otras plagas se incluyen: el perforador de tallos *Lagocheirus undatus* (Voet) (Coleoptera: Cerambycidae), grillos, comedros de hojas y orugas. Entre los insectos benéficos se encontraron polinizadores, predadores y parásitos. El potencial de los insectos benéficos está en estudio (<http://www.3wmexico.com>).

Estudios realizados por Reyes *et al.* (1992) y Padilla y Torres (1993), demuestran que la alta humedad favorece el desarrollo de las plagas y enfermedades de este cultivo. Entre las enfermedades mas importantes del *J. curcas* (cuadro 5) se mencionan la pudrición de raíces por *Clitocybe tabescens*, la roya por *Phakopsora jatrophiicola*, el mosaico amarillo causado por virus, y la mancha foliar bacteriana, por *Xanthomonas* sp. Además de estos, se pueden encontrar otros microorga-

nismo con los cuales, si no se tiene el debido cuidado, se pueden presentar serios problemas

Cuadro 3. Plagas y enfermedades de alto potencial en *Jatropha curcas*

Nombre	Síntomas /Daños	Fuente
<i>Phytophthora spp</i>	. Pudrición de raíz	Heller 1992
<i>Pythium spp.</i>	Pudrición de raíz	Heller 1992
<i>Fusarium spp.</i>	Pudrición de raíz	Heller 1992
<i>Helminthosporium tetramera.</i>	Manchas en hojas	Singh 1983
<i>Pestalotiopsis para-guarensis</i>	Manchas en hojas	Singh 1983
<i>Pestalotiopsis versicolor</i>	Manchas en hojas	Phillips 1975
<i>Cercospora Jatropha curcas</i>	Manchas en hojas	Kar & Das 1987
<i>Julus sp.</i>	Pérdida de plántulas	Heller 1992
<i>Oedaleus senegalensis</i>	Hojas en plántulas	Heller 1992
<i>Lepidoptera larvae</i>	Galerías en hojas	Heller 1992
<i>Pinnaspis strachani</i>	Manchas negras en ramas	Van Harten
<i>Ferrisia virgata</i>	Manchas negras en ramas	Van Harten
<i>Calidea dregei</i>	Succionan frutos	Van Harten
<i>Nezara viridula</i>	Succionan frutos	Van Harten
<i>Spodoptera litura</i>	Larva se alimenta de hojas	Meshram & Joshi

(Fuente: <http://www.3wmexico.com/images/JatrophaResumen.pdf>)

Entre las enfermedades mas importantes del *J. curcas* (cuadro 5) se mencionan la pudrición de raíces por *Clitocybe tabescens*, la roya por *Phakopsora jatrophiicola*, el mosaico amarillo causado por virus, y la mancha foliar bacteriana, por *Xantho-*

monas sp. Además de estos, se pueden encontrar otros microorganismo con los cuales, si no se tiene el debido cuidado, se pueden presentar serios problemas

Cuadro 4. Enfermedades del tempate (*Jatropha curcas L.*)

Enfermedad	Agente causal	Variedad
Mancha angular	<i>Xanthomonas sp.</i>	Nic/CV
Pequita o mancha circular	<i>Dothiorella sp.</i>	Nic
Mosaico amarillo	<i>Genminivirus</i>	Nic
Pudrición seca	<i>Fusarium sp.</i>	Nic
Antracnosis	<i>Colletotrichum sp</i>	Nic/CV
Mildeo polvoso	<i>Oidium sp.</i>	Nic/CV
Marchitez del fruto	<i>Alternaria sp.</i>	Nic/CV

(Fuente: <http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rmip51/padilla-2.html>)

Es bueno mencionar que todo el tiempo es necesario saber que las plagas se pueden encontrar en cualquier lugar pero varía según el país donde se localice la plantación, y por lo tanto se mencionan algunas plagas como es el caso de *Milpites Julus sp.* que puede ocasionar la destrucción de plantas jóvenes; el *Lagocheirus undatus* (Cerambicidae) perforador de allos; el minador de la hoja, *Stomphosistis thraustica* (Lepidoptera), el *Paracoccus marginatus* (Homóptera), piojo de la papaya, y el *Leptoglossus zonatus*, (Hemíptera) chinche que se alimenta de los frutos.

Propagación y siembra

La propagación se realiza mediante semillas y/o esquejes (estacas) en invernadero. La semilla es relativamente grande; cuando están secas miden de 1,5 a 2 cm de largo y 1,0 a 1,3 cm de ancho, con un tegumento quebradizo.

Cuadro 5. Plagas que pueden afectar el cultivo de *Jatropha curcas*

Microorganismo	Daño en la planta
<i>Alternaria ricini</i>	(Mancha Foliar)
<i>Alternaria</i> sp.	(Mancha Foliar)
<i>Botrytis ricini</i>	(Pudrición de Frutos)
<i>Cercospora</i> sp.	(Mancha Foliar)
<i>Cercospora jathropae</i>	(Mancha Foliar)
<i>Cercospora jatropha-curcas</i>	(Mancha Foliar)
<i>Cercospora jatrophiicola</i>	(Mancha Foliar)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	(Antracnosis)
<i>Curvularia</i> sp.	(Mancha Foliar)
<i>Dothiodella</i> sp	(Mancha Foliar)
<i>Elsinoe jatrophae</i>	(Roña)
<i>Fusarium</i> sp	(Pudrición de raíces)
<i>Fusarium oxysporum</i>	(Pudrición de raíces)
<i>Fusarium moniliformis</i>	(Pudrición de Semillas)
<i>Helminthosporium tetramera</i>	(Mancha Foliar)
<i>Meliola jatrophae</i>	(FU magina)
<i>Melamsora ricinii</i>	(Roya)
<i>Nectria</i> sp.	(Pudrición de Esquejes)
<i>Oidium</i> sp.	(Mildiu)
<i>Phytophthora</i> sp.	(Pudrición de raíces)
<i>Phaeoramularia</i> sp.	(Mancha Foliar)
<i>Pestalotiopsis paraguacensis</i>	(Mancha Foliar)
<i>Pythium</i> sp.	(PSchizophyllum sp.)
<i>Sclerotium rolfsii</i>	(Pudrición de Esquejes)
<i>Xanthomonas ricinella</i>	(mancha Foliar)
<i>Vermicularia</i> sp.	(mancha Foliar)
Virus	(Mosaico Común)

(Fuente: <http://agrocienca-panama.blogspot.com/2008>)

Debajo del tegumento existe una película blanca cubriendo la almendra; albumen abundante, de color blanco, oleaginoso, conteniendo el embrión provisto de dos largos cotiledones achatados.

La semilla, se recomienda sembrarla en vivero a finales de marzo principios de abril, para que se encuentre en condiciones de realizar el trasplante en las primeras lluvias del temporal; las semillas para siembra deben ser obtenidas de plantas que mostraron altas producciones.

El almacenamiento de las semillas no deberá exceder de 10 a 15 meses, supervisando la calidad en las semillas durante este tiempo considerando su contenido de aceite, la germinación de las semillas tiene una duración de 15 días, y puede comenzar incluso a partir del tercero al quinto día. El porcentaje de germinación oscila entre el 70 al 90 %. Las plántulas se desarrollan durante tres meses en invernadero y se encuentran listas para ser trasplantadas en campo cuando tienen una altura entre 40-50 centímetros.

Para la propagación de la planta en esqueje (estacas), deben provenir de ramas blandas cuya longitud sea entre 20 y 40 cm y diámetro de 1.0 a 3.0 cm. Se plantan en bolsas de plástico de polietileno transparente 10x20 antes del temporal (2 meses) o bien si es riego por goteo o rodado se realiza directamente. Los esquejes pueden plantarse también directamente en el campo. Cuando las condiciones de éste cultivo son favorables, la plantación en campo puede realizarse a distan-

cia de 2x2m de entre cepas de 2500 plantas por hectárea o 3x3m para 1098 plantas en cepas (hoyos) de 30x30 centímetros. Habrá que controlar la maleza durante el establecimiento de la plantación y el desarrollo inicial de las plantas. Además de las recomendaciones anteriores, se sugiere aplicar estiércol durante el trasplante, en cantidad de 0.25 a 2 kilogramos por plántula seguidos de 20-30 gramos de urea después de 30 días (<http://www.geociencias.unam.mx>).

En la actualidad hacen estudio para que se pueda multiplicar por distintos métodos de propagación como puede ser

a) Vía generativa (por semilla)

b) Vía vegetativa (estacas)

c) In-vitro (reproducción de porta injertos por micro propagación)

En general, los países productores solo usan dos métodos de propagación , el cual puede ser por semilla y por estacas (<http://www.jatrofacurcasweb.com>.)

A continuación se describen los pasos para propagar las semillas en distintas formas de procesos.

1.- La colocación directa de la semilla a campo, se debe tener en cuenta una serie de factores como son la calidad de la semilla, profundidad de siembra , humedad de la tierra , época de siembra , tasa de germinación , tasa de sobrevi-

vencia , periodo de lluvias. Es necesario asegurarse que las lluvias sean suficientes para generar la humedad que requiere la semilla para su establecimiento.

2.- La generación de camas de pre-cultivo o almacigado, previamente se efectúa un tratamiento pre-germinativo (humectando a determinada temperatura). La germinación es rápida dentro de los diez días, siendo la germinación epigea, los cotiledones nacen sobre la cama, la cual permite producir grandes cantidades de plántulas, las cuales deberán desarrollar hojas propias así como tallos prominentes hasta su trasplante definitivo.

3.- Elaboración de platines. Esta técnica es la mas requerida por los productores agropecuarios que pretenden tener un plantío de *jatropha curcas* a campo, en modulo productivo mensurado y respetando que será un cultivo perenne.

Se utilizan tubos de germinación, con un sustrato especial. Se colocan las semillas tratadas como anteriormente se mencionó y a los cinco días se observa la germinación y cuando tienen una altura entre los 30 y 40cm con tallo de 1cm y no menos de 5/6 hojas propias se puede sembrar
r.(<http://www.jatrophacurcasweb.com>.)

Fertilización

La utilización de fertilizantes orgánicos y como forma de tomar conciencia para no seguir contaminando el medio ambiente es bueno y se obtienen mejores re-

sultados aplicando estiércol durante el trasplante en cantidades de 0.25 a 2 kilogramos por plántula y 150 g de superfosfato, seguido de 20 g de urea después de 30 días,, este procedimiento ayudará a la floración .

www.3wmexico.com/imagen/JatrophaResultado.pdf

Poda del arbusto

La poda se efectúa durante el primer año, cuando las ramas alcanzan un largo de 40 -60 cm y durante el segundo y tercer año para asegurar que el árbol crezca en la forma y el tamaño apropiado que se requiera.

www.Jatrophacurcasweb.com.ar/doc/fic

Características del arbusto (figura 2)

- 1.- Altura: 4 a 8 metros.
- 2.- Vida productiva: 45 a 50 años.
- 3.- Tallos: erguido y ramas gruesas.
- 4.- Madera del árbol: ligera.
- 5.- Hojas verdes: 6 a 15 cm largo y ancho.
- 6.- Fruto oval 30 mm longitud aproximadamente.
- 7.- Cada fruto contiene de 2 a 3 semillas.
- 8.- Semillas de color negro: longitud de 17 a 20 mm. Ancho 10 a 12 mm.
- 9.- Semillas en un kg: 1700 aproximadamente.
- 10.- Aceite de semillas: 30 a 40 %
- 11.- Ramas contienen un látex blancuzco.
- 12.- Cinco raíces en semilla germinada.

- 13.- Una raíz central y cuatro pivotantes (lados).
- 14.- Se defolia (caída de hojas) en sequía e invierno su desarrollo queda latente.
- 15.- No soporta bajas temperaturas (bajo cero) prolongadas.
- 16.- Principales aceites: oleico y linoleico.

(Fuente: <http://www.geociencias.unam.mx>)



Figura 2. Arbusto de *jatropha curcas*

La semilla de *jatropha curcas* (figura 3) pesa de 0,551 a 0,797 gramos, dependiendo de la variedad y de los tratos culturales del plantío, así como de las condiciones agronómicas. Cada semilla tiene de 33,7 % a 45 % de cáscara y de 55 a 66 % de almendra. Cada semilla cuenta con un 7,2 % de agua, 37,5 % de aceite y 55,3 % de azúcar, almidón, materiales minerales. Braga (1976) indica que las semillas de *jatropha curcas* contienen del 25 a 40% de óleo vegetal, inodoro y fácil de extraer por presión.



Figura 3. Muestra del fruto y semilla de la planta

(Fuente: <http://www.historianatural.net/inform.php?t=20080425094143>)

La composición química de la semilla (cuadro 6) puede variar según la variedad de que se trate.

Subproductos derivados de la extracción del aceite

Torta de semilla de *Jatropha*

Cabe mencionar la importancia de la torta resultante de la extracción del aceite, *la torta o cake como también se conoce en otros países* es una mezcla de carbohidratos, fibra, proteína y aceite que no se pudo extraer, la cual contiene algunos componentes tóxicos; aún así es muy útil como biofertilizante por su alto contenido en nitrógeno. Después de eliminados los elementos tóxicos se podría transformar en un excelente alimento balanceado para el ganado, con un contenido proteínico superior a 50%. Aproximadamente 1 000 kg de este material se pueden obtenerse por hectárea, y también puede usarse como combustible, ya que tiene un valor calórico de 2 651 kcal/kg (3% de humedad).

Cuadro 6. datos comparativos de dos variedades de semillas (semilla criolla e hindú)
Análisis realizado en laboratorio de química agrícola del CENTA.

Componentes	Semilla criolla	Semilla hindú
% humedad	4.04	4.10
% grasa	59.45	58.42
% fibra cruda	1.89	1.48
% cenizas	4.36	3.70
% proteína	20.57	23.34
% fibra acida detergente	3.65	2.60
% FDN	5.66	5.51
% magnesio	0.42	0.40
% potasio	.0.74	0.73
Mg/kg hierro	102	92
% carbohidratos	11.58	10.62
% fosforo	0.92	0.71
% calcio	0.33	0.33

(Fuente: <http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/Cultivo%20de%20Tempate.pdf>)

La variedad mexicana no es tóxica (contenidos de ácido forbólico y curcina muy bajos), por lo que sus semillas producen una torta de mayor calidad para usos económicos. (<http://www.cubasolar.cu/biblioteca>)

Se mencionan algunas formas de utilización de los subproductos que se obtienen después de haber exprimido la semillas y haber extraído el aceite que se utilizará para la producción de biodiesel.

- El vástago de la *Jatropha Curcas* puede ser utilizado como madera de mala calidad.
- De sus semillas no solo se extrae aceite, sino también glicerina muy utilizada en la industria cosmética y de jabones de alta calidad.

- La corteza de la *jatropha curcas* contiene un tinte azul marino que se utiliza para teñir paños y redes de pesca.
- Su aceite se utiliza intensamente en algunos países para fabricar jabones.
- Tradicionalmente el aceite es utilizado en medios rurales como iluminador (en un recipiente se introduce aceite y una mecha que se enciende) este aceite produce poco humo.
- Su aceite es convertido en velas
- El aceite también es utilizado en la fabricación de algunos barnices.
- Del tallo se puede extraer látex, este látex contiene un alcaloide: el jatrop-hine que se cree puede tener propiedades anticancerígenas.
- El zumo extraído de las flores y del vástago de la *jatropha curcas* posee buenas propiedades medicinales.
- En las hojas se encuentran sustancias con propiedades medicinales.
- La cáscara de sus frutos puede ser utilizada para calentamiento de calderas y demás, en reemplazo de leña o carbón.

- Tradicionalmente ha sido utilizada como cercos vivos en los potreros de fincas.
- De la cáscara y de sus semillas se puede obtener biogás
- La torta que se produce luego de prensar las semillas para obtener el aceite es utilizada como fertilizante orgánico ya que es rica en nitrógeno, fósforo y potasio
- Las hojas de la *Jatropha* son utilizadas para alimentar el gusano de seda de Tusser

100 motivos para sembrar la *jatropha curcas*

(<http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/>)

La *Jatropha Curcas* (piñón manso) como es conocido en otros lugares, es tal vez la planta más indicada para la producción de energía. Pero no sirven solamente para transformar sus semillas en biodiesel, tiene muchas otras utilidades. Que todavía no se conocen pero que son de gran importancia para la humanidad ya que puede ayudar en las necesidades diarias de muchas personas. Además, se puede sembrar asociadamente con otros cultivos.

A continuación presentamos 100 motivos que hacen de la *jatropha* una planta con gran potencial:

1. Es una planta perenne (incluso puede durar más de 100 años).

2. Es recuperadora de suelos infértiles (suele denominarse recuperadora de desiertos)
3. Es una planta social.
4. Es una planta rústica. (en algún momento considerado maleza)
5. Produce cosechas con facilidad.
6. Tiene manejo y tratos culturales simples.
7. Emplea mano de obra con poca calificación.
8. Genera empleos fijos en el campo.
9. Produce aceite combustible que sustituye al caro diesel mineral.
10. La torta es un abono rico en nitrógeno, fósforo y potasio.
11. La torta sirve como sustrato.
12. La torta descompuesta en biodigestores produce gas que puede generar calor y energía eléctrica.
13. Su plantación recupera suelos degradados.
14. Se inicia la primer cosecha luego de 120 días de plantada.
15. Es muy resistente a las plagas.
16. Se recogen sus frutos cerca de 6 meses.
17. Su cosecha puede ser anticipada si se hay irrigación de las plantas al comienzo de la primavera.
18. Tiene raíces profundas por lo que el riego puede ser hecho por goteo con intervalos de 20 a 30 días.
19. A partir del sexto mes ya no son más atacadas por las hormigas.
20. Puede ser plantada en consorcios de horti-granjeros.
21. Puede ser plantada en consorcio con seringueira.
22. No hay necesidad de sacar todas las plantas nativas del área.
23. Su producción no compite con plantas destinadas a la alimentación.

24. Su precio de su aceite será similar al precio del petróleo.
25. Tiene un crecimiento rápido y vigoroso.
26. Produce más en tierras fértiles.
27. Es una fuente óptima de ingresos para pequeños propietarios rurales.
28. Su aceite puede ser utilizado también como repelente de insectos en otros cultivos.
29. El aceite puede ser usado para combatir la mosca de los cuernos.
30. Puede ser plantada en áreas donde la agricultura mecanizada es inviable.
31. No necesita de máquinas para su cultivo.
32. Produce en promedio 5000 kilos de semillas por hectárea.
33. Produce en promedio 1650 litros de aceite por hectárea.
34. Produce en promedio 3200 kilos de torta por hectárea.
35. Su aceite en bruto tiene un rendimiento en esteres superior al 94%.
36. Controla la erosión de los suelos.
37. Evita la desertificación.
38. Tolera el riego con agua salobre.
39. Su aceite puede ser utilizado para la fabricación de tintas y barnices.
40. Su aceite sirve como remedio.
41. Mata a la tírrica.
42. El gas producido por la fermentación anaeróbica es fuente de calor.
43. El gas metano generado por su torta es combustible para motores que generan energía eléctrica.
44. Su aceite transformado en biodiesel contamina un 80% menos que el diesel.
45. El biodiesel producido con su aceite no contiene azufre.
46. Su biodiesel es ecológicamente correcto.

47. Puede ser plantado por los productores sin afectar sus otras actividades.
48. Es un árbol de sobra que puede ser plantado en una quinta.
49. Secuestra cerca de 8 kilos de carbono por planta por año.
50. Se puede producir jabón con su aceite.
51. Su aceite puede ser usado en lámparas.
52. En lámparas el aceite no hace humo.
53. Con espacio de 20 cm entre plantas se puede hacer un cerco para cerdos.
54. Sirve como rompe vientos.
55. Se puede hacer divisiones de pastos, sustituyendo la cerca de alambres.
56. Los pájaros no comen sus semillas.
57. Los animales tampoco comen sus semillas.
58. Puede ser plantada junto con la mamona.
59. Puede ser plantada junto con la leucaena.
60. Puede ser plantada junto con la moringa.
61. Evita el mal de ojos, por eso era plantado a la izquierda de la entrada de las casas, siguiendo la creencia popular.
62. Puede ser plantada junto al sisal.
63. Las cáscaras de las semillas sirven como alimento animal.
64. Las cáscaras de las semillas pueden ser quemadas en calderas generando calor.
65. El té de sus hojas combate la malaria.
66. Puede ser reproducida por estacas.
67. Da frutos antes del año.
68. Acepta muy bien la poda.
69. Florece entre tres y cinco veces al año.
70. Ocurre una bifurcación de los brotes luego de una floración.

71. Pueden ser instalados colmenares próximos a las plantaciones.
72. Producen entre 20 y 40 kilos de miel por hectárea.
73. Su productividad aumenta con la presencia de abejas, ya que la polinización de las flores es cruzada.
74. Hay un aumento de la rentabilidad con la venta de la miel.
75. Puede plantarse con carneros.
76. La miel de sus flores tienen propiedades medicinales.
77. Su albumen contiene almidón y puede producir alcohol.
78. Sus hojas y gajos cortados sirven de cobertura al suelo.
79. Sus gajos y hojas después de descompuestos se transforman en materia orgánica.
80. Sus gajos podados pueden ser transformados en celulosa.
81. Sus gajos triturados pueden ser transformados en gas metano.
82. Su aceite aplicado en los manzanares espanta a la mosca de la fruta.
83. Puede ser plantada en el 90% del territorio brasilero. (En Argentina el lugar ideal es Corrientes y sur de Misiones)
84. Es una planta que exige calor y poca humedad.
85. Su sabia es remedio para las heridas.
86. Es una planta heliófila (de pleno sol).
87. No es una planta invasora.
88. El diesel mineral es más caro que su aceite.
89. Sirve para producir energía.
90. La planta iniciará la era de la agroenergía.
91. Puede ser plantada junto con la pupunha.
92. Puede ser plantada junto con la palmera real.
93. Puede ser plantada junto con el palmito jussara.

94. Puede ser plantada en consorcio con el ganado lechero.
95. Puede ser plantado en el patio de una casa.
96. Un sólo trabajador puede cuidar cerca de 15 hectáreas.
97. Requiere poca inversión
98. Puede ser plantada junto con el Açaí.
99. La planta es altiva y de porte elegante.
100. Finalmente, porque es un cultivo rentable.

Tomando en cuenta las emisiones de contaminantes como es el carbono (humos) que se producen desde las casas que utilizan leñas y otros derivados que emiten carbono como también las fabricas, los automóviles, los grandes incendios forestales y de otro tipo que contaminan el medio ambiente y dañan la atmosfera, la planta de la *Jatropha curcas* realiza un trabajo excelente como es la captura de dicho gas. Este proceso se lleva a cabo durante el desarrollo de las plantas hasta llegar a su madurez. El carbono (CO₂) se almacena en tronco y ramas donde queda almacenado entre el 40 y 50% de la biomasa de un árbol (madera : materia seca) es carbono (www.3wmexico.com).

Tipos de suelos y requerimientos agros ecológicos

Esta planta no requiere un tipo de suelo especial. Se desarrolla normalmente en suelos áridos y semiáridos, responde bien a suelos con pH entre 5 y 7. La

Jatropha crece casi en cualquier parte, incluso en las tierras cascajosas, arenosas y salinas, puede crecer en la tierra pedregosa más pobre, inclusive puede crecer en las hendeduras de piedras (<http://www.elsitioagricola.com>) . En el cuadro 7 se describe el procesamiento de la cartografía digital utilizada para determinar el requerimiento agro ecológico para *Jatropha curcas* (Ruiz, *et al*, 1999; Henning, 1988; Zamarripa *et al*, 2008)

Cuadro 7. Requerimientos agro ecológicos del piñón *Jatropha curcas* L.

Variables	Potencial	
	Alto	Medio
Altitud	0 - 1000 msnm	1000 - 1500 msnm
Precipitación	600 - 1200 mm	1200 - 1800 mm
Temperatura	18 - 28 ° C	28 - 34 ° C
Pendiente	0 - 20%	
Uso del suelo	Área agrícola	

(Fuente: http://agromapas.inifap.gob.mx/req_jatropha.html)

Para tener un buena potencialidad, la *Jatropha curcas* se desarrolla bien en las regiones del trópico seco y trópico húmedo, en altitudes que van del nivel del mar hasta los 800 msnm. Se adapta a suelos pobres de baja fertilidad y posee la capacidad de restaurar suelos erosionados por la gran cantidad de materia orgánica que produce (Henning, 1998). En su hábitat no requiere un tipo de suelo especial, se desarrolla normalmente en suelos áridos y semiáridos, crece casi en cualquier parte, incluso en las tierras cascajosas, arenosas y salinas, soporta bajas temperaturas y puede resistir hasta una escarcha ligera. Su requerimiento de agua es

sumamente bajo y puede soportar períodos largos de sequedad. Habita en campos abiertos, como en parcelas nuevas, es susceptible a inundaciones, y prefiere suelos con buena infiltración. (<http://www.jatrophacurcasweb>)

Áreas de explotación

La mejor condición es con altitud de 600 a 800 m.s.n.m.

(<http://www.elsitioagricola.com>). Los estados de la República Mexicana que registraron mayor superficie óptima para el cultivo de piñón son Sinaloa con 557,641 ha, Tamaulipas con 317,690 ha, Guerrero con 282,158 ha, Chiapas con 230,273 ha y Michoacán con una superficie de 197, 288 ha. haciendo la referencia que 2.6 millones de hectáreas son de alto potencial, con un altitud de 0 a 1000 msnm, temperaturas entre 18 y 28 °C y una precipitación pluvial entre 600 y 1200 mm anuales (<http://www.geociencias.unam.mx>). Sin embargo, en la actualidad se esta trabajando para que se expanda la producción de *Jatropha curcas* como es el caso de Guatemala donde se está promocionando como otro cultivo energético por medio del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (Maga), a través de mapas del territorio nacional, consideran que existen alrededor de 620 mil hectáreas de tierras que podrían ser plantadas con piñón.

(<http://www.ecoportal.net>).

En territorio español están trabajando en la actualidad para la producción de dicha planta por medio de la compañía energética Husesolar que está desarrollando un proyecto de implantación y estudio del cultivo de *Jatropha curcas* en la Co-

munidad Valenciana. Su objetivo es determinar su viabilidad, cuentan con una plantación con una extensión de 1,5 hectáreas, y cuenta con más de 800 plantas originarias de países como Ghana, Costa de Marfil, Botswana, Cabo Verde, India y Malasia, con el propósito de su industrialización (<http://biodiesel.com.ar>)

Lugares de potencialidad en México

Hay seis millones de hectáreas con potencial alto y medio (figura 4) para el establecimiento de plantaciones de piñón, de las cuales alrededor de 2.6 millones de hectáreas son de alto potencial, con una altitud de 0 a 1000 msnm, temperaturas entre 18 y 28 °C y una precipitación pluvial entre 600 y 1200 mm anuales (<http://www.scribd.com/jatropha-curcas>)

En México se conoce como piñón o piñoncillo, por los pobladores del estado de Veracruz o Sikil-té por los mayas en la península de Yucatán, quienes fueron los primeros en usarla, pero en forma de cerco vivo ([Makkar y Becker, 1999](#)).

Haciendo una mención que la *jatropha curcas* es originaria del estado de Chiapas, México. como ya se a citado . la cual esta adecuada para la generación de biodiesel y cuenta con más de 250 mil hectáreas aptas para su cultivo y desarrollo, entre ellas muchas áreas actualmente dedicadas a actividades de autoconsumo o que permanecen abandonadas en la actualidad se trabajan en 28 municipios como es Acala, Amatenango de la Frontera, Arriaga, Bejuical de Ocampo, Cintala-

pa, La Concordia, Chiapa de Corzo, Jiquipilas, Ocozocoautla, Tonalá, Villacorzo, Villaflores, Suchiapa, Mazapa de Madero y Chicoasén, entre otros municipios .

(<http://www.zonalibretapachula.com/impulsa-felipe-calderon-programa-de-biocombustibles>)

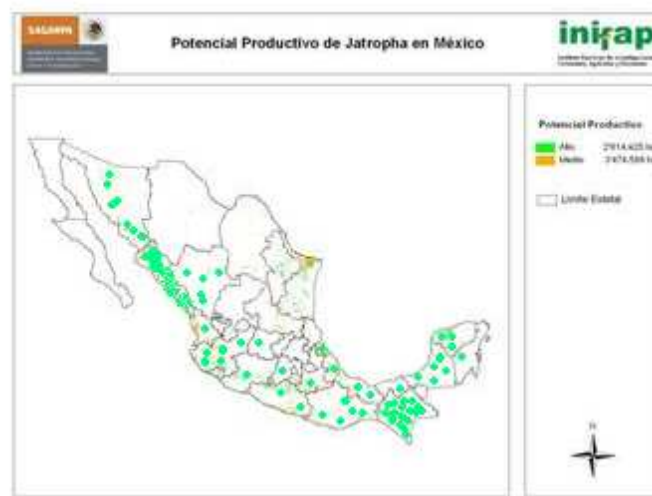


Figura 4. Áreas de distribución de *Jatropha curcas* en México
(Fuente: www.inifap.gob.mx)

Países que producen esta planta

En los últimos años, varios países de África y Asia han apostado por la generalización de la *jatropha*. La India es uno de los más destacados. Hace unos años, la *jatropha* se cultivaba en pequeñas plantaciones, apoyadas a menudo en grupos de micro créditos. El gobierno indio lanzó un programa para generalizar el uso de biocombustibles. La *Jatropha* es una de las fuentes elegidas para ello: se espera sembrar más de 40 millones de hectáreas. Además de India, otros países podrían

convertirse en grandes productores de *Jatropha*. Diversas empresas y organizaciones trabajan en ello, como D1 Oils en Nigeria, Sun Biofuel en Tanzania, British Petroleum (BP) en Indonesia o Viridesco en Mozambique. América, el continente originario de la planta, podría sumarse a este cultivo países como Brasil, México, Colombia, Chile y Paraguay (<http://biodiesel.com.ar/2070/jatropha-curcas>).

Becker (1977) asegura que en España en los pueblos que ocupa Almería, Cádiz, Huelva, Málaga y las Islas Canarias podrían ser las ubicaciones más idóneas. Por su parte, algunas empresas, como Bionor, España o Ecofuel (perteneciente al grupo Horcona), cuentan con varios proyectos para producir este tipo de cultivos energéticos.

Países como Brasil, Argentina, Uruguay, India entre otros, se encuentran evaluando nuevas especies con potencial para la generación de biodiesel en 2005 la producción mundial fue de 4, 251 000 toneladas. El principal país productor es Alemania con una producción, en 2005, de 1, 689 000 toneladas de biodiesel, lo que representa el 39.2% del total mundial. Francia ocupa el segundo lugar e Italia el tercero (ASERCA, 2007).

Empresas que utilizarán el biodiesel

Gracias a este apoyo institucional, diversas empresas han establecido planes de cultivo, Como Tata Motors, Indian Oil Corporation, Kochi Refineries, Biohealthcare

Pvt, Biotechnologies Ltd, Jain irrigation System o Natural Bioenergy. Compañías como Air New Zealand, Japan Airlines o Continental Airlines han probado con éxito combustible con mezcla de diésel de *jatropha*. El punto de fusión del aceite de *jatropha* (-47°C) es muy cercano al fuel oil utilizado por los aviones. Compañías como Air New Zealand (en colaboración con Boeing y Rolls-Royce), Japan Airlines o la estadounidense Continental Airlines han tenido éxito en varias pruebas con aviones que han utilizado combustible con mezcla de diesel de *jatropha*. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) se ha propuesto para 2017 que sus 230 aerolíneas asociadas usen el 10% la industria de la automoción es otra de las grandes interesadas en este combustible de origen natural. Diversos grupos de I+D han puesto a prueba varios modelos de Mercedes movidos sólo con diésel de *jatropha*, sin problema alguno (<http://biodiesel.com>)

La empresa DINA en conjunto con el gobierno del estado de Chiapas, ya se encuentran trabajando con la utilización de biocombustibles para poder movilizar las unidades de transporte colectivo urbano del los municipio de Tuxtla Gutiérrez y el de Tapachula de Ordoñez como es el conejo -bus y el Tapachulteco- bus. Trabajando con una mezcla de este combustible para reducir la contaminación. (<http://www.zonalibretapachula.com>)

Cuadro 8. Características de los aceites en relación a la producción de biodiesel

Consumo	<i>jatropha</i>	curcas	girasol	soya	palma
Acidez de aceite	8.008.00		1.70	1.30	5.00
Biodiesel vs aceite	77.86		93.00	95.25	87.10

(Fuente: Heller, 1996)



Figura 5. Comparación de diferentes biocombustibles pero de diferente especie

(Fuente: <http://biod2.web.officelive.com/PROYECTOJATROPHACONCLUSIONES.aspx>)

Localización y características del proceso de refinación

Cabe hacer mención que el estado de Chiapas que se encuentra incursionando con la producción de biodiesel particularmente, en la capital del estado Tuxtla Gutiérrez y que se encuentra opera una de las plantas procesadoras y refinadoras de biodiesel con una capacidad de dos mil litros diarios desde la cual se surte al transporte público "Conejo-Bus", mientras en Puerto Chiapas se instalan dos con alta tecnología y capacidad de 20 mil y ocho mil litros diarios cada una (<http://www.zonalibretapachula.com/>)



Figura 6. Coloración y presentación de una gota de aceite de *jatropha curcas*

(Fuente: <http://www.google.com.mx/images>)

El aceite de “*Jatropha curcas*” y el diesel comparten características similares que hacen del primero una opción viable para sustituir al combustible fósil (cuadro 9)

El sistema BDE1000A es una planta de producción de Biodiesel con capacidad máxima de producción de 1000 litros por hora, de biodiesel y glicerina, a través de un proceso automatizado de trans - esterificación directa de aceite vegetal, capaz de producir biodiesel con los estándares EN-14214 cuando se trabaja con materias primas aconsejadas por el fabricante. El paso es el siguiente para poder producirlo, aquí se hace una pequeña descripción del proceso de producción del biodiesel.

Cuadro 9. Características del diesel normal y el de jatrofa

ACEITE DE JATROPHA -

DIÉSEL NORMAL

Gravedad específica
0.9186 -

0.82/0.84

Punto de llamarada
240/110 °C

50 °C

Punto de destilación
295 °C -

350 °C

Viscosidad cinemática
50.73 cs -

2.7 cs a 3.6 cs

Sulfuro
0.13 por ciento -

1.2 o menos por ciento

Poder calorífico
9,470 kcal/kg -

10,170 kcal/kg

Residuos de carbono
0.024 -

0.35

Punto de ebullición
8 °C-

10 °C

Punto de solidificación
2.0 -

0.14

Color
4.0 -

4 o menos

(Fuente:<http://www.elsitioagricola.com>)

- Esterificación.
- Neutralización.
- Transesterificación.
- Lavado del metilester.
- Secado del metilester.

Sección de esterificación

El objetivo de la unidad de esterificación es reducir el contenido de ácidos grasos en la acidez. La reacción se lleva a cabo en un reactor a una temperatura de 100-105 °C, con adición de etanol y utilizando ácido sulfúrico como catalizador. Los esterés obtenidos tienen una acidez de 2 a 3 grados, y una vez lavados entran dosificados en la planta de neutralización.

Sección de neutralización

La planta seleccionada puede tratar productos hasta con un grado de acidez, antes de entrar en la planta de transesterificación, el aceite con acidez se mezcla en un reactor con glicerina alcalina y a continuación pasa a un decantador donde se separan las dos fases. El aceite pasa a la sección de transesterificación y las

aguas glicerinosas ricas en jabón se mandan a la sección de almacenamiento de glicerina.

Sección de trans esterificación

La reacción de transesterificación se realiza en dos etapas, operando a temperaturas de 40 °C y a presión atmosférica. En la primera etapa se mezclan el aceite neutro con el catalizador (KOH disuelto en etanol) y un exceso de etanol, con el objeto de maximizar el rendimiento de la operación; después esta mezcla pasa a un tanque decantador, donde el producto tiene un tiempo de reposo para la separación de las fases.

Por la parte inferior sale la fase pesada (contiene glicerina, parte del exceso de etanol y casi la totalidad del jabón); parte de esta mezcla es enviada a la neutralización y otra a la preparación de la glicerina. Por la parte superior el metilester pasa a la segunda sección de transesterificación. En la segunda etapa se mezcla el metilester con una mezcla de etanol, KOH y glicerina; de esta manera se favorece la terminación de la formación de metilester. La mezcla vuelve a pasar a un tanque decantador en el que se separan las dos fases. La fase pesada pasa a la sección de preparación de la glicerina y la fase ligera es metilester, que contiene trazas de glicerina, jabones, etanol; estas impurezas son eliminadas en la sección de lavado del metilester.

Sección de lavado

El metil- ester obtenido contiene trazas de glicerina, jabones, catalizador; estas impurezas son eliminadas a través de dos lavados con sus respectivos decantadores. El primer lavado se lleva a cabo con agua ácida y el segundo con agua. El metil-ester libre de glicerina, catalizador y jabones tiene que ser secado para eliminar los restos de agua y etanol.

Sección de secado

El metilester es calentado a través de unos intercambiadores, antes de ir al tanque flash, donde se eliminan parte del etanol y el agua; a continuación entran en la columna de secado, donde el etanol y el agua son eliminados de forma tal que cumplan con las normas establecidas para el biodiesel.

Balance de materiales

Se modelará la producción de biodiesel utilizando alcohol metílico e hidróxido de sodio como catalizador. Y se termina el proceso de producción de biodiesel
(<http://www.cubaszolar.cu/biblioteca/>)

Impacto y beneficios de la producción de *Jatropha curcas*.

Impactos positivos en el desarrollo

- Generación de empleos en comunidades rurales.
- Beneficios para inversionistas y productores.
- Productores en comunidades rurales aseguran ingreso adicional duradero.
- Uso de terrenos improductivos.
- Obtención de bonos de carbono y certificados de reducción de emisiones de CO₂.
- Se evita la utilización de alimentos para elaboración de biocombustibles.
- Se participa en programas y mecanismos relacionados con energía limpia.
- Promoción de la sustentabilidad en el medio rural.

Impactos positivos en el medio ambiente

- Captura de CO₂ atmosférico.
- No se interviene en el ciclo del Carbono.
- Se evita la desertificación, la deforestación y degradación en los suelos.
- Se favorece la bio-diversidad y conservación ecológica en zonas marginales.
- Reducción en el uso de energía fósil primaria.
- Disminución de las emisiones de CO₂ (gas de efecto invernadero).

Beneficios a inversionistas

- Ganancias económicas de acuerdo con los términos y condiciones en los proyectos.
- Acceso al mercado de biomasa y biocombustibles.
- Acceso al mercado de bonos de carbono.
- Obtención de certificados de reducción de emisiones de CO2.
- Deductibilidad de las inversiones
- Creación de capacidad técnica y comercial.

Beneficios a productores

- Ganancias económicas de acuerdo con los términos y condiciones en los proyectos.
- Aseguramiento de ingresos adicionales duraderos.
- Acceso a biocombustibles.
- Obtención de asistencia técnica y capacitación.
- Aprovechamiento de suelos improductivos marginales.
- Disminución de la dependencia en cultivos agrícolas alimentarios.
- Mayor influencia en el ámbito rural.
- Se evita la degradación de los suelos y la deforestación.
- Creación de capacidad técnica y comercial. (<http://www.3wmexico.com>)

Principales riesgos que se puedan presentar en un tiempo no determinado por la producción y comercialización del biodiesel.

- Riesgos Naturales: Incendios, plagas y enfermedades en los cultivos menor a la esperada; sequías; inundaciones; vientos dañinos y heladas.
- Factores antropogénicos: Invasión de terrenos; robo de cosechas; vandalismo; escasez de fuerza laboral y fenómenos sociales negativos e insospechados.
- Riesgos Políticos: cambios en las políticas; inestabilidad en los gobiernos.
- Factores Económicos: cambios en tasas de interés; moneda; costos; precios a la baja de la biomasa, biocombustibles y bonos de carbono; disponibilidad de terrenos (<http://www.3wmexico.com>)

CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se demuestra la aportación de la planta *Jatrofa curcas*, comúnmente conocida como piloncillo, como una planta que es excelente para la humanidad ya que coadyuva a solucionar un problema creciente en el mundo, como lo es la escases de energía de bajo costo, dado que las fuentes tradicionales (petróleo) son cada vez menos eficientes y provocan una alta contaminación medioambiental.

Además, es una planta que proporciona material para uso en otras aplicaciones, como puede ser mejoramiento del suelo, permitiendo, al mismo tiempo, reducir la contaminación de los campos agrícolas.

Así mismo, ayuda al control de insectos que de otra manera, son amenazas para la agricultura.

LITERATURA CITADA

Aserca, 2007 . Distribución de Producción Potencial de *Jatropha Curcas* en México. En línea http://www.oleaginosas-org/art_211.shtml.

Anónimo, (s/f). 100 Motivos Para Plantar *jatropha Curcas*. En línea: http://www.jatrophacurcas.com.ar/ver_notas.pdf

Anónimo, (s/f) origen de la *jatropha curcas*. En línea: <http://www.inta.gov.ar/info/bioenergia/boletin/be-inf-03-07pdf>.

Anónimo, 2008. Ficha Técnica Para la Producción de *Jatropha curcas*. En línea http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/docs/ficha_tecnica_200807

Anónimo, 2010. Impulsa Felipe calderón programa de biocombustible en Chiapas. En línea: <http://www.zonalibretapachula.com/impulsa-felipe-calderon-programa-de-biocombustibles>

Bisse, J. 1988 Nombre común de la *jatropha curcas* en diferentes países. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942008000300001

Cabañas, B. 2007. *Jatropha Curcas* una Planta Nativa. En línea: [http://abctv.com.py/2007-08-15/articulo/350388 la jatropha curcas](http://abctv.com.py/2007-08-15/articulo/350388_la_jatropha_curcas)

Francis, G. 2005. el Piñón mexicano (*jatropha curcas* L.) Fuente de Energía Renovable. En Línea: <http://www.Uaemex.mx/Redambiental>

Foild, D. 1996. Bassam Redalyc Polibotanica. En línea: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/621>

Henning ,R. 1998. Areas de Potencial Producción de Piñón *jatropha curcas* Como Especie de Interés Bioenergética en México. En línea: http://www.oleaginosas.org/art_211.shtml

Henning, R .1998. . Lucha contra la Desertificación. El Proyecto de *Jatropha* de Mali En África Occidental. En línea: [http:// engormix.com/article_view.asp](http://engormix.com/article_view.asp)

Instituto bioenergética de Chiapas. 2008. Seminario Internacional de *Jatropha* Chile en línea: <http://www.cocoso.chiapas.gob.mx>

J. Jiménez, R.A.M. 2008. Sinónimos. Enciclopedia web en línea: <http://es.wikipedia.org/wiki/jatropha>

De la V, J.A. 2008. Consultor independiente México agro-proyectos y agro-Energía en línea: <http://www.3wmexico.com/imagen/JatrophaResumen>

Martínez, J. 1994;. El Piñón Una Planta Nativa de México Con Potencial Alimentario y Agroindustrial. En línea: <http://hypatia.morelos.gob.mx/Nº12/pinon.html>.

Makkar y Becker , 1997. studies on Nutrive Potencial and Toxic Consti Fuent of Diferent provenance of *Jatropha curcas* En línea: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar> 21

Reyes, A., R.J. Gonzales, M. Gomes, Ch. Aker. 1992. Diagnóstico Preliminar de Enfermedades de Cultivo de Tempate (*Jatropha curcas*). En línea [http:// com.ar/ver_notas.pdf](http://com.ar/ver_notas.pdf)

Rodríguez, 2003. Potencialidades y medioambientales de arboles de *Jatropha curcas* L. Editorial cubana. 29 de diciembre cuba.

Torres, L. 2007. Nombre común de la *Jatropha curcas* en diferentes países . en línea http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942008000300001