

# JATROPHA CURCAS L SU EXPANSIÓN AGRÍCOLA PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITES VEGETALES CON FINES DE COMERCIALIZACIÓN ENERGÉTICA



**BIODIESEL**



**AEA**  
Alianza en Energía y Ambiente  
con Centroamérica



**OCTAGON, S.A.**  
**BIOCOMBUSTIBLES**

# JATROPHA CURCAS L SU EXPANSIÓN AGRÍCOLA PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITES VEGETALES CON FINES DE COMERCIALIZACIÓN ENERGÉTICA



**BIODIESEL**

Este proyecto se realizo con el apoyo de Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica, impulsada por los gobiernos de Finlandia y los países de la región Centroamericana

## INDICE

	PAGINA
<b>PRESENTACIÓN</b>	
<b>I. OBJETIVOS</b>	<b>2</b>
• GENERAL	
• ESPECIFICO	
<b>II. FASE VIVERO</b>	<b>2-4</b>
• ACTIVIDADES AGRICOLAS	
• CLASIFICACIÓN	
• PRUEBAS REALIZADAS	
• PREGERMINADOR	
<b>III. FASE DE CAMPO</b>	<b>5-10</b>
• DISEÑO DEL AREA A SEMBRAR	
• PREPARACIÓN DEL ÁREA DE SIEMBRA	
• TRANSPLANTE	
• FERTILIZACION	
• CONTROL DE PLAGAS	
• CONTROL DE ENFERMEDADES	
• CONTROL DE MALEZAS	
• COSECHA	
<b>IV. FASE AGROINDUSTRIAL</b>	<b>10-11</b>
• DESPULPADO	
• CLASIFICADO	
• SECADO	
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>12-13</b>
• FASE DE VIVERO	
• FASE DE CAMPO	
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>14</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>15</b>
<b>VIII. FOTOREPORTAJE</b>	<b>16-22</b>

## PRESENTACIÓN

La energía y el medio ambiente energético son hoy un problema social básico, Guatemala es un país privilegiado debido a su gran variedad de suelos y climas que combinados a las adecuadas calidades de tierra, le permite obtener una amplia variedad de productos agrícolas, dentro de éstas se encuentran plantas de un gran potencial energético como: la soya, el higuierillo, el piñón, el girasol, el aguacate y otros, que representan una oportunidad invaluable para iniciar un proyecto de desarrollo de una economía sostenible.

El piñón (*Jatropha curcas L.*) se encuentra dentro de la categoría de plantas productoras de aceite. Esta especie pertenece a un grupo de plantas conocidas como oleaginosas, debido a su capacidad para producir aceite es originaria de Meso América y ha sido la planta que durante estos cuatro años ha sido investigada en su desarrollo agronómico con fines a su expansión.

El objetivo del presente trabajo es determinar la potencialidad de la planta para la producción de biodiesel como fuente de energía renovable y su contribución al desarrollo económico, social, ambiental, la generación de empleos y la reducción de emanaciones de gases contaminantes, reduciendo el fenómeno invernadero.

# **JATROPHA CURCAS L SU EXPANSIÓN AGRÍCOLA PARA LA PRODUCCIÓN DE ACEITES VEGETALES CON FINES DE COMERCIALIZACIÓN ENERGÉTICA**

## **I. OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES**

- Proporcionar una alternativa en energía renovable a través de los aceites vegetales provenientes de las semillas oleaginosas para la producción de Biodiesel.
- Contribuir al mejoramiento del cambio climático.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Expansión de plantaciones de la planta Energética *Jatropha curcas L.* en el territorio guatemalteco.

## **II. FASE DE VIVERO**

### **II.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

Las plántulas necesarias para sembrar las 45 hectáreas programadas fueron producidas a partir de semilla que se cosechó de las primeras parcelas experimentales que fueron estudiadas durante el primer proyecto ejecutado por OCTAGON S.A. durante los años 2004 y 2005. Se usó el mismo híbrido Cabo Verde que fue usado en las parcelas experimentales cuyo origen es en la isla de Cabo Verde. Se inicio con la fase de vivero a comienzos de la época seca del año 2006, calculando de tener listas las plántulas con la entrada del invierno para llevarlas a campo definitivo. Bajo condiciones normales inicia en Guatemala la temporada de lluvias durante el mes de mayo a más tardar junio. Se realizó la fase de vivero durante la época seca ya que el piñón es muy susceptible a los ataques de enfermedades fungosas pero eso no quiere decir que no se pueden desarrollar en otra época del año. En caso que se hiciera en época de invierno se tendría que llevar un estricto control fitosanitario para lograr el desarrollo de las plántulas. En terrenos definitivos donde haya acceso a riego es posible transplantar durante le época seca y se tendría que preparar la planta en época de lluvia. En este caso no se contó con un sistema de riego y se tuvo que aprovechar hacer el transplante con el agua de las lluvias.

### **II.2 CLASIFICACIÓN**

La semilla se clasificó en el vivero según su diámetro y peso. Toda la semilla que no estaba en condiciones buenas fue descartada. Hemos descubierto que las semillas con menor tamaño y peso inferior no tienen el mismo desarrollo.

Se descartan porque tienen un porcentaje de germinación más bajo, las plantas no tienen un desarrollo uniforme y en su mayoría son débiles a la hora de ser transplantadas. Muchas de las veces la semilla pequeña viene de frutos muy pequeños, los cual es el resultado de la misma competencia por nutrientes y agua entre los frutos. Como cualquier especie siempre hay individuos con características inferiores a los demás del grupo, esto es un proceso natural.

**Cuadro 1.**

Resumen de la clasificación de la semilla por diámetro

Clasificación	Peso (g)	%
Semilla con diámetro < 10 mm	3,300	0.88
Semilla con diámetro 10 – 12 mm	94,885	25,20
Semilla con diámetro > 12 mm	278,365	73.92
<b>Total</b>	<b>376,550</b>	<b>100</b>

**Cuadro 2.**

Resumen de la clasificación de la semilla por peso

Clasificación	Con embrión (g)	Sin embrión (g)
Semilla con diámetro 10 – 12 mm	90,275	4,610
Semilla con diámetro > 12 mm	270,375	7,990
<b>Total</b>	<b>360,650</b>	<b>12,600</b>

El total de semilla útil fue de 360.65 kg., cada kilogramo tiene un promedio de 1,400 semillas, esto equivale a 504,910 posibles plantas, esto sería en el caso de un 100 % de germinación.

### II.3 PRUEBAS REALIZADAS

Con fines de aumentar el porcentaje de germinación de la semilla se hicieron varias pruebas de remojo en agua.

**Cuadro 3.**

Resumen de las pruebas de remojo en agua

Prueba	% Germinación
Remojo 96 hora	0.74
Remojo 48 horas	65.83
Sin remojo	93.62

Como se puede observar en el cuadro anterior el mejor resultado fue el de sin remojo. En el caso de la semilla de *Jatropha curcas L.* se debe de disminuir el tiempo de almacenaje después de haber sido cortada la semilla. Ya que es una semilla alta en aceite pierde rápido su poder de germinación. El exceso de almacenaje induce la semilla a que entre en estado de latencia. También el manejo de la semilla desde el campo hasta el vivero es un factor clave para garantizar la germinación.

## II.4 PREGERMINADOR

A diferencia de siembras anteriores, donde se colocaba una semilla directamente a la celda de la bandeja V-150, esta vez se implementó el método del pregerminador. Como medio de siembra se utilizó una mezcla de 70 % de peat moss y 30 % de arena blanca el cual se preparó por medio de una mezcladora mecánica.

Al concluir la preparación del medio de siembra, es traslado sobre una faja transportadora a la tolva de la maquina de llenado, la cual llena las bandejas de siembra V-150 automáticamente. Las bandejas V-150 tienen una capacidad de retener 150 cm<sup>3</sup> de medio de crecimiento. Con el método del pregerminador se buscó reducir las pérdidas de peat moss que se tenían en la siembra directa de semilla, mano de obra y aumentar la eficiencia del vivero.

El método del pregerminador consiste en colocar la semilla en forma de alfombra sobre una cama de arena blanca gruesa y luego de ser distribuida uniformemente es cubierta por una capa delgada de arena blanca más fina. Las paredes del pregerminador son de block de construcción, no son fijas y simplemente son colocados alrededor de la arena. Otra alternativa que se podría usar como pared son tablas de madera que harían la misma función. El material no tiene ninguna influencia sobre el porcentaje de germinación. Toda la arena recibe una desinfección previa a la colocación de la semilla.

El objetivo principal de este método es transplantar las plantas germinadas del pregerminador a las celdas de las bandejas garantizando así el pegue de las plántulas. Las semillas comenzaron a germinar a los 8-10 días después de haber sido colocadas en el pregerminador. Conforme se iba sacando la planta del pregerminador, las semillas seguían germinando hasta el día 20 después de la siembra. El transplante a las bandejas V-150 se realizó manualmente. Se arrancaban las plantas que tenían suficiente altura y eran transplantadas una por una. Al cumplir las plántulas aproximadamente 100 días de crecimiento en el vivero están listas para ser llevadas al campo definitivo. La altura promedio de las plantas fue de 20-25 cm. con un grosor de 10-14 mm en el tallo basal.

A la hora del traslado de las plántulas hacia el terreno definitivo, se detecto un defecto muy grave en las plantas, el cual no se tenía previsto y era irreversible. El cien por ciento de las plántulas tenía un defecto en su desarrollo radicular. Esto se deba a que durante el transplante de las plántulas a las bandejas V-150 el personal del vivero no se fijo en la posición que quedaban las raíces. Las raíces a los 8-10 días de edad son muy suaves y fáciles de doblar. Debido a la fuerza efectuada sobre las plántulas al momento de meterlas dentro del peatmoss, las raíces se doblaron sin romperse posicionadas hacia la superficie. La reacción natural de la raíz fue dar vuelta y por lógica formó un tipo de semi-nudo. Con esto se perdía por completo la posición de la raíz pivotante. Muchas de las plántulas lograron enderezarse pero quedaron con el defecto del semi-nudo.

### **III. FASE DE CAMPO**

#### **III.1 DISEÑO DEL AREA A SEMBRAR**

En base a los resultados obtenidos de las parcelas experimentales, donde se estudiaron diferentes espaciamientos entre surcos y plantas, se llegó a la conclusión de que el mejor espaciamiento a nivel comercial para las condiciones de Guatemala, es el de 4 metros entre surco y 1 metro entre planta.

Eso nos da una población de 2500 plantas/ha. En las parcelas experimentales se estudiaron los siguientes espaciamientos: 2x2 (2500 plantas/ha), 2.5x2.5 (1600 plantas/ha), 3x3 (1111 plantas/ha), 4x3 (833 plantas/ha), 4x4 (625 plantas/ha). Como se puede observar que entre más abierto los distanciamientos baja la cantidad de plantas por unidad de área por ende el rendimiento. Es cierto que el rendimiento es superior por planta sembradas más distanciadas, pero por unidad de área es inferior debido a la poca cantidad de plantas. Esto es uno de los criterios que se tomó para llegar al espaciamiento final. Otro criterio que se debe de mencionar que el costo de mano de obra que tenemos en Guatemala es muy superior a los de la India y Malasia, donde siembran la *Jatropha Curcas* a 2 metros entre surco y 2 metros entre planta (2x2) donde realizan toda las tareas de campo con personal de campo. Bajo nuestras condiciones es imposible y no se podría competir. La única forma sería reducir el uso de mano de obra en la mayoría de las actividades agrícolas.

Esto nos llevo a la necesidad de utilizar maquinaria agrícola para sustituir la mano de obra. Es necesario que entre surco haya suficiente espacio para que podamos circular con esta maquinaria y podamos mecanizar tareas como la fertilización, aplicaciones de plaguicidas, manejo de malezas, cosecha, acarreo de fruta etc. Para no bajar la cantidad de plantas por unidad de área se tomo la decisión de sembrar a 1 metro entre planta creyendo que se desarrollaría igual o sino mejor ya que la planta ha sido utilizada en cercos vivos durante muchos años y se ha visto un desarrollo vegetativo excelente. La principal idea es formar cercos para poder mecanizar la cosecha. Es posible que se pueda reducir aun más el espacio entre plantas, logrando así mayor población por unidad de área.

#### **III.2 PREPARACION DEL AREA DE SIEMBRA**

El terreno definitivo ha sido usado por muchos años para la explotación ganadera, por eso había unos árboles que servían al ganado como sombra. En base a los conocimientos adquiridos durante la fase de las parcelas experimentales, la planta *Jatropha curcas L.* no se desarrolla bien bajo sombra, en contrario su demanda por luz solar es alta para su desarrollo vegetativo. La sombra no le permite desarrollar ramas y solo se desarrolla el eje central, reduciendo así los puntos de producción. Esto se debe a que la floración se da en el ápice de crecimiento de cada rama.



Se botaron todos los árboles que se encontraban en el contorno y dentro del terreno por medio de una motosierra. La cantidad de árboles fue mínima ya que la finca ya había sido trabajada anteriormente para ser empastado como fuente de alimento para la ganadería. Los cercos que se utilizaban como división de potreros fueron eliminados para aprovechar mejor el terreno y se dejó el área de siembra como un solo terreno grande. Todo el material botado se arrumó por medio de un tractor Caterpillar dejando el terreno limpio.

Los cercos límites se dejaron para evitar la entrada de ganado vacuno ya que la mayoría de las fincas vecinas se dedican a dicha explotación. Se podaron los cercos al contorno para reducir el efecto de la sombra. Para eliminar toda la maleza, se le dio primero una chapeada a mano, y luego se aplicó herbicida sistémico para matar el brote nuevo. No se hizo ninguna mecanización de suelo, ya que esto significaba incurrir en más costos. Por medio de un teodolito se alinearon los surcos para que quedaran lo más recto posible.

### III.3 TRANSPLANTE

Quince días después del comienzo de las lluvias se arrancó con el transplante. Las plantas fueron trasladadas del vivero a la finca por medio de un camión cerrado para evitar daños por viento. Se realizaron tres viajes con el camión. Las plantas venían acostadas en canastas plásticas, cada canasta con una capacidad de 200 plantas. Estas plantas se volvieron a pasar en la finca a las bandejas V-150 para poder ser llevadas al campo definitivo. Cada bandeja V-150 tiene capacidad de 24 plántulas. Se distribuyeron a lo largo de los surcos para facilitar al trabajador el acceso a la planta. Los agujeros se hicieron por medio de una coba, los cuales no fueron muy profundos ya que el pilón no lleva más de diez centímetros de alto. Se colocó la planta y fue tapada con la misma tierra que se sacó. El transplante duró en total 30 días laborales.

**Cuadro. 4**  
Resumen de siembra

Total plantas sembradas	Total plantas resembradas	% Resiembra
96,984	5,949	6.13

El porcentaje de resiembra es alto, esto se debe principalmente por los ataques de plagas y enfermedades. También el error humano contribuyó a este resultado ya que durante la limpieza de los surcos, el personal accidentalmente le pegaba con el filo del machete al tallo basal provocándole la muerte.

### III.4 FERTILIZACION

Es de vital importancia que las plántulas logren enraizar lo más rápido posible después del transplante. Siguiendo con el programa de fertilización, el cual fue elaborado en base a conceptos básicos de agricultura, respaldado por un análisis de suelo se fertilizó por primera vez a las 20-25 días después del transplante. Se aplicó un fertilizante alto en fósforo (P), un elemento vital en el enraizamiento que va acompañado de nitrógeno (N), elemento esencial para el

crecimiento vegetativo. La fórmula que se usó es la 18-46-0 DAP, es un fosfato diamónico, el cual ha dado excelentes resultados como iniciador en muchos cultivos. La dosis que se aplicó es de 1.5 onzas por planta, la cual fue colocada al lado de las plantas. Se tapó el fertilizante con la misma tierra que se sacó del rayado. Esto sirvió para evitar pérdidas de nutrientes por volatilización, ya que el nitrógeno es muy volátil.

La segunda fertilización se realizó a las 40-50 días después de la primera aplicación de fertilizante. Se aplicó Urea que es un fertilizante con un alto contenido de nitrógeno a una dosis de 1.5 onzas por planta. La fórmula de la Urea es la 46-0-0. El nitrógeno es esencial para el desarrollo de tejido vegetal nuevo. Lo que se busca durante los primeros cuatro meses después del trasplante es un crecimiento rápido para alcanzar la altura necesaria para comenzar a florear.

Se realizó una aplicación de fertilizante foliar al comienzo de la floración. La fórmula que se aplicó es 20-20-20 a razón de 1.5 kg. de producto comercial por hectárea. El objetivo principal de la fertilización foliar es y proveer a la planta los nutrientes necesarios para el desarrollo del fruto y la formación de semillas.

**Cuadro.5**  
Cantidad de elementos aplicados

Fórmula	Total N Kg./ha	Total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg./ha	Total K Kg./ha	Cantidad P.Comercial Kg./ha
18-46-0	19.15	48.94	0	106.40
46-0-0	48.94	0	0	106.40
20-20-20	0.32	0.32	0.32	1.62
<b>Total</b>	<b>68.42</b>	<b>49.27</b>	<b>0.32</b>	<b>214.42</b>

### III. 5 CONTROL DE PLAGAS

Se encontraron diferentes insectos dañinos que afectaron el crecimiento de la planta desde su llegada al terreno definitivo. Los principales insectos que dañan son los que tienen aparato bucal raspador-chupador. Uno de los más sobresalientes es el thrips, que pertenece al orden Thysanoptera, familia Thripidae. Se encuentra en el envés de la hoja siempre cerca de las nervaduras. Cuando succiona la savia de la planta, inyecta al mismo tiempo una toxina, que provoca el acoloramiento de las hojas. Esto a la vez hace que la planta no pueda fotosintetizar como debe y reduce el crecimiento porque siempre ataca las partes más tiernas que son los puntos de crecimiento. En plantas tiernas no crece la planta, se queda a una altura promedio de 30 centímetros y solo aumenta el grosor del tallo basal. Las ramas que han sido atacadas no tienen curación. Lo que se debe de hacer es podar todas las ramas infectadas e inducir a la planta que rebrote. Una vez nacido el brote tierno se debe de protegerlo de nuevos ataques para evitar el mismo problema. Dentro del mismo grupo de animales podemos mencionar a la chicharrita, que pertenece al orden Hemiptera, familia Cicadellidae. Igual que el thrips se encuentra en el envés de la hoja. También succiona la savia de la planta y

provoca efectos adversos como los es el acolchamiento. Otra especie que contribuye al acolchamiento son las chinches, que pertenecen al orden Hemiptera. La *Jatropha curcas* L. es atacada por varias familias de chinches. Están presentes en época de floración y fructificación ya que el olor fuerte de la flor es muy atrayente. Por medio de un estilete penetran la pared vegetal y succiona la savia de la planta provocando una herida. Esta herida es la puerta de entrada de enfermedades fungosas e incrementan el daño.

Se controló este grupo de insectos por medio de plaguicidas químicos mezclados con productos orgánicos a base de extractos de ajo y neem que actúan como repelentes. Estos insectos se encuentran durante todo el año en la planta con mayor incidencia en la época lluviosa. El ataque de los insectos chupadores fue muy elevado ocasionado mucho daño a las plantas. El cincuenta por ciento de las plantas no llegó a su primer ensayo. Este disminuyó drásticamente los rendimientos esperado.

Otro insecto dañino que se ha encontrado es el zompopo, pertenece al orden Hymenoptera, el cual es un insecto con aparato bucal masticador. Defolia completamente las plantas, y usan el material para cultivar un hongo en la tronera, el cual es su principal alimento. El daño no fue de mayor preocupación, pero la planta que fue atacada se retrasó completamente en su desarrollo porque la deja sin hojas para fotosintetizar. Se combatió por medio de polvos químicos que son colocados en las entradas a las troneras por medio de un pulverizador. El control se hizo de noche ya que la mayoría de las especies de zompopo son nocturnas. También los saltamontes y esperanzas son de este grupo de insectos con aparato bucal masticador. Pertenecen al orden Orthoptera y son muy comunes en muchos cultivos. Hay familias de este orden que si pueden causar serios daños a los cultivos, en caso de la *Jatropha curcas* L. es muy leve.

El pulgón lanoso es otro insecto que causo daño en la plantación. Perteneció al orden Homóptera de la familia Erisomatidae. También es un raspador-chupador quien a la hora de succionar la savia introduce una toxina igual que el thrips y provoca el acolchamiento de las hojas. Se controló por medio de las mismas aplicaciones que se usan contra el thrips. Lo característico de este animal que produce una capa lanosa de color blanca y es fácil de identificar.

Por causa de mucho material vegetativo que quedó en el área de siembra, resultado de la limpia de árboles y arbustos, ha sido un escondite idóneo para la rata de campo. Normalmente la rata es perseguida por culebras, tecolotes, gavilanes y otros carnívoros. Debido a las condiciones favorables han logrado mantenerse vivo en la plantación. La mayoría de las plantas alrededor de estos lugares han sido comidas completamente y sino parcialmente causándoles la muerte. Las plantas que solo fueron comidas parcialmente eran un objetivo fácil para enfermedades fungosas ya que por medio de la herida penetraban. Si la planta no se murió por las mordeduras que lo ocasionó la rata, fue la combinación de ambos. Las plantas terminaron pudriéndose. Como control se ha optado por eliminar esas partes donde se encuentran mucha rama y malezas para evitar ese daño. En lugares donde esta libre de material vegetativo el problema es menor.

### **III.6 CONTROL DE ENFERMEDADES**

La humedad relativa es muy elevada en el área de la plantación. Para la mayoría de enfermedades fungosas las condiciones fueron idóneas para su desarrollo. El mayor riesgo es durante la fase de floración y fructificación. Los ataques de hongos pueden provocar el aborto de flores y frutos. Si el fruto logra pegar hay que protegerlos hasta su maduración.

Se tuvo daño en las hojas maduras, donde aparecieron manchas de color café. Los hongos causantes son *Fusarium* spp., *Stemphyllium* spp., *Colletotrichum* spp., *Curvularia* spp. *Phyllosticta* spp., quienes pertenecen a la familia de los Deuteromicetos. En el caso de las manchas en las hojas la planta no se muere pero si reduce su desarrollo. Los hongos que atacan la parte radicular como lo hacen *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp., si pueden matar a la planta. Estas enfermedades fungosas se combatieron por medio de fungicidas preventivos y curativos.

### **III.7 CONTROL DE MALEZAS**

El control de malezas es de mucha importancia en todos los cultivos. El mayor problema se tiene durante la época de lluvias ya que hay agua en abundancia y las malezas no dejan de crecer. Durante el desarrollo de la planta solo se limpiaron los surcos dejando el callejón entre los surcos intacto. Esto se hizo pensando en ahorrar costos en limpia. El resultado fue desastroso ya que la maleza llego a medir hasta un metro y medio. La sombra generada por estas malezas impacto negativamente en el desarrollo de la *Jatropha curcas* L. La planta no creció como se esperaba y la mayoría de los casos no hubo crecimiento de ramas. La población alta de malezas fue un escondite perfecto para muchas plagas. La rata de campo aprovechó esta situación y dañó muchas plantas. Al darnos cuenta de este problema se comenzó con la limpia del callejón pero ya era demasiado tarde. Se debe de evitar el crecimiento de cualquier clase de malezas durante el comienzo de una siembra nueva. Una planta adulta es más fuerte, más alta y se podrá defender mejor, es por eso que durante su crecimiento inicial es de mucha importancia que este libre de malezas. No hay que olvidar que el factor luz es solo uno, se debe de tomar en cuenta que también le roba nutrientes esenciales para su desarrollo.

### **III. 8 COSECHA**

La floración comenzó aproximadamente 100 a 125 días después que se transplantó al terreno definitivo. La maduración de los frutos tarda otros 60 a 75 días a partir del cuaje del fruto. La planta tiene como característica después de haber comenzado con sus primeras flores a seguir floreando en brotes nuevos que se desarrollan a partir de las ramas principales. Esto significa que en una planta siempre vamos a encontrar flores tiernas, frutos verdes y frutos maduros. El fruto maduro se cosechó a mano. El período de cosecha tardó 90 días. La fruta fue trasladada al área de proceso agroindustrial. A diario se pesó la cantidad de fruta que se cortaba con fines de control. Debido al severo ataque de plagas y enfermedades solo se obtuvo producción de la mitad de la plantación. Aun las plantas que si dieron producción no produjeron lo que se esperaba. El total que se cosechó fueron 6,000 libras. Hay que tomar en cuenta

que son plantas de 6 meses de edad y se supone que alcanzan su máxima producción hasta el cuarto a quinto año después del trasplante. La semilla obtenida será usada en parte para pruebas de extracción de aceite y la otra parte como semilla para generación de plántulas para seguir expandiendo el área de cultivo.

## **IV. FASE AGROINDUSTRIAL**

### **IV.1 DESPULPADO**

Una vez cosechada la fruta madura de las plantas fue trasladada hacia la planta agroindustrial. La fruta alcanza madurez cuando pasa de color verde a amarillo. La fruta madura que se cortó en un día debe ser procesada lo antes posible. Esto se debe a que el proceso de pudrición es muy rápido, más en lugares con mucha humedad relativa y esto dificulta un poco el despulpado de la misma. La fruta madura esta formada por tres secciones que contiene una almendra de color negro, es decir bajo condiciones normales se logra obtener tres almendras por fruto. A veces suele suceder que solo contenga dos almendras o también es posible que tenga cuatro por fruto. En promedio se espera que tenga tres almendras negras. Después de que se pesa la fruta comienza el proceso del despulpado. El despulpado no se realiza con la ayuda de agua como se acostumbra hacer en un beneficio de café. Se deja caer la fruta a una tolva de alimentación donde cae dosificada a una banda corrugada en movimiento que empuja la fruta en la dirección deseada. Conforme avanza la fruta esta siendo destripada por una lámina fija que separa la cáscara de las almendras. La lámina es ajustable para graduar el alto entre la banda transportadora y la lámina fija. El espacio de apertura entre la lámina fija y la banda transportadora disminuye haciendo el efecto de destripado. Lo que se obtiene al final es una mezcla de cáscara y semilla en donde la semilla ya esta desprendida de la cáscara.

### **IV.2 CLASIFICADO (CRIBA)**

Después de que la fruta húmeda haya sido destripada por el despulpador cae directo a una tolva receptora, la cual alimenta el cilindro de separación. Esta maquina clasificadora es un cilindro de 2 metros de largo por 0.70 metros de diámetro, la cual funciona rotando de forma horizontal cribando las semillas en los agujeros establecidos en la criba de 1/2" de diámetro. Los productos que se obtuvieron aquí son las semillas húmedas separadas de la cáscara. Cada producto tiene su salida independiente. La semilla húmeda se trasladó al área de secado para evitar pudrición y/o germinación de las semillas. La cáscara se regresa al campo utilizando como abono orgánico distribuyéndolo a lo largo de los surcos. Se debe de estudiar el potencial de biomasa que se tiene con la cáscara. La cáscara representa el setenta y cinco por ciento del total del peso. De esto solo el ocho por ciento es materia seca, la cual podría aprovecharse como combustible sólido, es decir quemar la cáscara para generación de calor.

### **IV.3 SECADO**

Hay varias formas de secar los diferentes tipos de semillas. En la actualidad hay sistemas de secado que son automatizados y también existen otros sistemas menos sofisticados, pero al final el objetivo es el mismo. Lo que se quiere es bajar el grado de humedad de la semilla. En nuestro caso se utilizó una secadora de pila. Es un sistema sencillo, barato pero poco eficiente. Este sistema consta de una pila de concreto de un diámetro de seis metros y una altura de sesenta centímetros. El piso tiene una fundición de cemento para evitar el levante de mucho polvo. Dentro de la pila esta colocada una estructura metálica que soporta láminas perforadas por las cual circula el aire caliente. El calor se genera con un quemador de diesel, en nuestro caso de biodiesel. La temperatura que genera puede llegar hasta los 160 grados centígrados. El aire caliente que se genera es succionado y empujado a la misma vez por un ventilador hacia la pila por medio de unos tubos de metal. Al entrar el aire caliente a la pila forma una especie de ciclón. La semilla se colocó sobre estas láminas perforadas y como el aire caliente pesa menos tiende a subir y pasa secando las semillas. La secadora tiene una capacidad de sesenta a setenta quintales (100 lbs.) por partida. La semilla contiene un cuarenta y cinco por ciento de agua después del despulpado y para el proceso de extracción se debe de tener al menos de ocho a diez por ciento de humedad. Este grado de humedad incluso permite ya el almacenaje de la semilla sin temer que germine. Una vez alcanzado estos porcentajes de humedad de la semilla esta lista para extraer el aceite.

## V. CONCLUSIONES

### V.1 FASE DE VIVERO

- El uso del método del pregerminador no se debe de usar en el caso de la semilla de *Jatropha curcas L.*, ya que el desarrollo radicular se ve afectado y esto se refleja después en el terreno definitivo.
- Propagar únicamente la semilla que tenga buen tamaño y peso y que venga de plantas sanas que fueron seleccionadas en el campo por tener características superiores a la demás población.
- El mucho tiempo de almacenaje y el manejo inadecuado de la semilla postcosecha baja enormemente los porcentajes de germinación.
- El remojo en agua de la semilla previo a ser sembrada no tiene ninguna mejora en el porcentaje de germinación.

### V.2 FASE DE CAMPO

- El no mecanizar la tierra dificulta el transplante. Aflojar el terreno significa mejor aireación del suelo, fácil penetración de las raíces, mejor drenaje de agua.
- El no nivelar el terreno significa pérdidas de áreas de cultivo, porque en las partes bajas donde se acumula el agua, no se puede sembrar la *Jatropha curcas L.* ya que se pudre completamente.
- El no ver sacado del terreno de siembra el material vegetativo que se acumuló de la eliminación de árboles y cercos vivos, proporcionó un escondite perfecto para la rata de campo, la cual se alimenta de la corteza del piñón ocasionado graves daños.
- El defecto de la raíz, resultado de la fase de vivero, ocasionó que muchas de las plantas tuvieran problemas de anclaje. Con cualquier airecito que había la planta se doblaba y había que volver la enderezar para evitar que creciera torcida.
- El no mantener los callejones libre de malezas, ocasionó el poco crecimiento de la planta y la pobre ramificación. La mayoría de malezas son hospederos de plagas las cuales hicieron daños graves a la planta.
- En caso de un ataque fuerte de plagas, se debe de combatir inmediatamente con todos los medios posibles, en especial durante la fase de crecimiento ya que la planta afectada no desarrolla y no produce. La mayor cantidad de plagas se encuentran en la época de lluvia.

- Las plantas afectadas por daños ocasionados por insectos chupadores-raspadores, se deben de podar en época seca la parte dañada para inducir el rebote de ramas nuevas.
- La alta humedad relativa que existe en la zona de siembra, proporciona condiciones idóneas para el desarrollo de enfermedades fungosas. El mayor problema es que la *Jatropha curcas* L. florea en época de lluvia. Pueden ocasionar la pérdida completa de la flor y disminuir el cuaje de frutos.
- La cosecha es bastante sencillo, pero si se debe de evitar cortar la fruta demasiado madura porque después dificulta el despulpado.

### **V.3 FASE AGROINDUSTRIAL**

- El despulpado de fruta demasiado madura se dificulta ya que la semilla se pega a la cascarilla interna y esto no lo se logra separar. Se queda pegado incluso después del secado.
- Se debe de secar inmediatamente la semilla ya que en lugares muy húmedos comienza a germinar.
- Una vez seca la semilla se debe de almacenar en lugares adecuados ya que la rata de campo se alimenta de ella ocasionando pérdidas.
- Es necesario tener un sistema de repaso en la separación de la semilla de la cáscara esto se debe a que no siempre logra la semilla filtrarse al 100 %.



## VI. RECOMENDACIONES

- Comenzar hacer estudios científicos con respaldo estadístico en los núcleos de producción sobre temas como fertilización, podas, control de plagas, riego etc.
- Realizar todas las actividades necesarias en terreno definitivo previo a una siembra nueva para evitar muchos problemas que después afectan negativamente el desarrollo de la *Jatropha curcas L.*
- Desarrollar instalaciones de vivero en los núcleos de producción para evitar el estrés que sufre la planta y reducir los costos de transporte.
- Seguir ampliando las plantaciones en base a las experiencias adquiridas para evitar los mismos resultados.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Gubitz. Mittelbach. Trabi. Biofuels and Industrial Products from *Jatropha curcas*. 1<sup>ra</sup> ed. Graz, Austria. 1994. 267 p. ISBN: 3-7041-0242-3
2. GOMEZ Modesto. "Ensayos Regionales de Variedades y Métodos de Siembra". Asesor: Dr. Charles Aker. Universidad de León, Nicaragua 1994.
3. SILVA Claudia. "Control mecánico de malezas en el cultivo de tempate (*Jatropha Curcas L.*)". Asesor: Dr. Charles Aker. Universidad de León, Nicaragua 1994.
4. DIAZ Rodolfo. "Efecto de diferentes herbicidas sobre el control de malezas en el cultivo del tempate (*Jatropha curcas L.*). Asesor: Dr. Charles Aker. Universidad de León, Nicaragua 1994.
5. GARMENDIA Milena. "Dinámica poblacional de *Pachycoris torridus* (Hemipter; Scutelleridae) sobre el tempate (*Jatropha curcas L.*). Asesor: Dr. Charles Aker. Universidad de León, Nicaragua 1994.
6. RICO Julio. "Depredadores y parasitoides del complejo Spodoptera Spp. en el cultivo de tempate (*Jatropha curcas L.*). Asesor: Dr. Charles Aker. Universidad de León, Departamento de Control Integrado de Plagas, Nicaragua 1994.
7. CANO Enilda. "Parasitoides y depredadores en el cultivo del tempate". Universidad de León, Departamento de Biología, Nicaragua 1994.
8. VALVERDE Marta. "Biología y dinámica poblacional de insectos polinizadores". Universidad de León, Departamento de Biología, Nicaragua 1994.
9. GUERRERO Lester. "Dinámica poblacional y perdidas causadas por acaros en tempate". Universidad de León, Departamento de Biología, Nicaragua 1994.
10. VASQUEZ Martha. "*Pantomorus femoratus* en plantaciones comerciales de tempate". Asesor: Dr. José Munguía. Universidad de León, Nicaragua 1994.
11. GARMENDIA Milena. "Ecología y daño económico causado por *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) y *Nezara Viridula* (Hemiptera: Pentatomidae)". Universidad de León, Departamento de Biología, Nicaragua 1994.
12. PADILLA Danilo. "Diagnostico de las enfermedades del tempate en diferentes localidades de Nicaragua". Asesor: Dr. David Monterroso Salvatierra. Proyecto MIP-CATIE/INTA, Managua 1994

**VIII. FOTOREPORTAJE – *JATROPHA CURCAS L.* -**

**FASE DE VIVERO**

**FOTO 1. COLOCACION DE LA SEMILLA EN LOS PREGERMINADORES**



**FOTO 2. PLANTULAS A LOS 10-12 DIAS DESPUES DE GERMINADAS**



**VIII. FOTOREPORTAJE – *JATROPHA CURCAS L.* -**

**FOTO 3. PLANTULAS A LOS 35-40 DIAS POST-TRANSPLANTE**



**FOTO 4. PLANTULA A LOS 90-100 DIAS POST-TRANSPLANTE**



**VIII. FOTOREPORTAJE – *JATROPHA CURCAS L.* -**

**FASE DE CAMPO**

**FOTO 5. PLANTAS DE *JATROPHA CURCAS L.* 5 DIAS POST-SIEMBRA**



**FOTO 6. PLANTA DE *JATROPHA CURCAS L.* 30 DIAS POST-SIEMBRA**



**VIII. FOTOREPORTAJE – *JATROPHA CURCAS L.* -**

**FOTO 7. PLANTA DE *JATROPHA CURCAS L.* 100 DIAS POST-SIEMBRA**



**FOTO 8. FLORACION DE LA PLANTA *JATROPHA CURCAS L.***



**VIII. FOTOREPORTAJE – *JATROPHA CURCAS L.* -**

**FOTO 9. FRUTOS VERDES DE *JATROPHA CURCAS L.***



**FOTO 10. PLANTACION *JATROPHA CURCAS L.* 150 DIAS POST-SIEMBRA**



VIII. FOTOREPORTAJE – *JATROPHA CURCAS L.* -

FASE AGROINDUSTRIAL

FOTO 11. DESPULPADORA



FOTO 12. CLASIFICADORA





**VIII. FOTOREPORTAJE – *JATROPHA CURCAS L.* -**

**FOTO 13. SECADORA**



**FOTO 14. SEMILLA DE *JATROPHA CURCAS L.* EN PROCESO DE SECADO**

