



Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente
FARENA

Trabajo de graduación para optar al
título de Ingeniero Forestal

Evaluación inicial del crecimiento y
producción del Tempate (*Jatropha curcas* L.)
en la finca El Plantel, Nindirí, Masaya

AUTOR:

Br. Arturo José López García

ASESORES:

Dr. Benigno González

Ing. Claudio Calero

Managua, Nicaragua

Octubre, 2011

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.1.1 Acceso	4
3.1.2 Suelos	4
3.1.3 Clima	4
3.1.4 Vegetación	5
3.1.5 Criterio de selección del terreno	5
3.2 Establecimiento de la plantación	6
3.2.1 Mediciones	6
3.2.2 Métodos de propagación vegetativo	6
3.2.3 Diseño de las parcelas	6
3.2.4 Levantamiento del perímetro del sitio en estudio	7
3.3 Recolección de datos	9
3.3.1 Variables evaluadas	9
3.3.1.1 Supervivencia	9
3.3.1.2 Altura	9
3.3.1.3 Diámetro basal	10
3.3.1.4 Frutos	10
3.4 Procesamiento de datos	10
3.4.1 Porcentaje de supervivencia	10
3.4.2 Promedio de crecimiento	11
3.4.3 Incremento periódico anual (IPA)	11
3.4.4 Análisis estadístico de los datos	11

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
	4.1 Resultado del porcentaje de sobrevivencia de la <i>Jatropha curcas</i> L. establecida en la finca El Plantel	12
	4.1.1 Evaluación del primer periodo en estacas y raíz desnuda	12
	4.2 Resultado del promedio de incremento en altura y diámetro de la <i>Jatropha curcas</i> L. establecida en la finca El Plantel	14
	4.2.1 Evaluación del incremento periódico promedio en altura (m) en estaca y raíz desnuda en el primer año del cultivo	14
	4.2.2 Evaluación del incremento periódico promedio en diámetro basal (cm) en estaca y raíz desnuda en el primer año del cultivo	15
	4.3 Evaluación de la producción de frutos de <i>Jatropha curcas</i> L. en el primer año del cultivo	19
	4.4 Análisis estadístico de las variables en estudio en dos métodos de propagación vegetativa	20
	4.5 Costos de establecimiento de la plantación	21
V	CONCLUSIONES	22
VI	RECOMENDACIONES	23
VII	LITERATURA CITADA	24
VIII	ANEXOS	26

DEDICATORIA

A mi Madre Teresa García Urrutia, por todo su amor, comprensión, apoyo incondicional y esfuerzo para la culminación de mi carrera y no dejarme solo cuando mas lo necesité, por sus regaños y concejos como buena Madre que ha sido, por su enseñanza a luchar por ser cada día mejor

A mi Padre Benjamín López Valenzuela, por su buena educación y por su esfuerzo para la culminación de mi carrera y no dejarme solo en todos mis años de estudio.

A mi Hermana Vera López García, por brindarme todo su cariño y confianza y apoyarme cada vez que lo necesite.

A mi Hermano Luis López García, por su apoyo moral, comprensión, confianza y apoyarme económicamente en las necesidades que se me presentaron.

AGRADECIMIENTO

Al Proyecto Aceite Vegetal Combustible en León, a su director Ing. Markus Neubert y al técnico de campo Ing. Marlon Toruño, por el apoyo en mis prácticas de pre- profesionalización, mediante las cuales adquirí nuevos conocimientos acerca del cultivo de la *Jatropha curcas* L. y por el material bibliográfico facilitado, los cuales me sirvieron en la elaboración de esta tesis.

A la Universidad Nacional Agraria por ser nuestra Alma Mater y forjar profesionales capaces y emprendedores para saber luchar frente a las adversidades de la vida.

A la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, a sus docentes por ser tan dedicados en la formación de nuevos profesionales.

Al los Ing. Benigno Gonzales y Claudio Calero por ser mis asesores de tesis, por apoyarme siempre que les solicitaba sus consejos, por su amabilidad e interés en ayudarme a conquistar mis metas.

Al Ing. Yader Barrera, por su apoyo incondicional y colaboración en la toma de datos en etapa de campo, por facilitarme material bibliográfico y computadora para la redacción final de esta tesis.

A mi amigo, Lic. Sergio Hernández, propietario de Wapo's Store, quien me dio trabajo y me facilitó su computadora para la redacción y presentación final de esta tesis.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Altura promedio (m) y diámetro promedio (cm) en la segunda medición e incremento, de las plantas de <i>Jatropha curcas</i> L. en cada método de propagación vegetativo a un año después de su establecimiento.	18
2. Estimado de los costos (C\$/ha) de la plantación por estacas y raíz desnuda de la <i>Jatropha curcas</i> L. (2,500 plantas/ha) en El Plantel, 2009.	21

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ejemplo de de la parcela de muestreo en el campo, finca El Plantel, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, 2009.	7
2. Diseño de distribución de las parcelas con Tempate (<i>Jatropha curcas</i> L.), finca El Plantel, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, 2009.	8
3. Porcentaje de sobrevivencia en dos métodos de propagación vegetativa de la <i>Jatropha curcas</i> L. en un periodo de doce meses, El Plantel, 2010.	12
4. Incremento promedio de la variable altura en los métodos de propagación por estaca y raíz desnuda en un periodo de doce meses, El Plantel, 2010.	14
5. Incremento promedio en variable diámetro basal en los métodos de propagación por estaca y raíz desnuda en un periodo de doce meses, El Plantel, 2010.	15
6. Producción promedio de frutos de <i>Jatropha curcas</i> L. en dos métodos de propagación vegetativa a los 15 meses después de establecida la plantación, El Plantel, 2010.	19

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Formato para toma datos de campo en plantación de <i>Jatropha curcas</i> L.	27
2. Foto de la plantación de <i>Jatropha curcas</i> L. a tres meses de plantada	28
3. Foto de la plantación de <i>Jatropha curcas</i> L. a los quince meses de plantada	28
4. Incremento de la plantación de <i>Jatropha curcas</i> L.	29
5. Plantas de <i>Jatropha curcas</i> L. con presencia de malezas	29
6. Frutos a los quince meses de la plantación de <i>Jatropha curcas</i> L.	30
7. Semillas de <i>Jatropha curcas</i> L.	30
8. Resultados del Análisis Estadístico para las Variables en Estudio Aplicando t-student	31
9. Ficha descriptiva del cultivo de <i>Jatropha curcas</i> L.	32

RESUMEN

El estudio se realizó en la Unidad de Experimentación y Evaluación finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria localizada en el municipio de Nindirí, Masaya, en una plantación de tempate (*Jatropha curcas* L.); el objetivo es evaluar el establecimiento y sobrevivencia, incremento del diámetro basal y altura total, producción de frutos y semillas y los costos de establecimiento de esta especie. Se establecieron dos métodos de propagación vegetativa, el primero por estaca y el segundo por raíz desnuda, se establecieron cuatro parcelas en el área de propagación por estacas y cuatro parcelas en el área de propagación por raíz desnuda. Se hicieron dos mediciones en un periodo de 12 meses, la primera medición en Septiembre de 2009, a los 3 meses de establecida la plantación y la segunda 12 meses después de la primera medición, en Septiembre de 2010. Los métodos de propagación presentaron una sobrevivencia de buena en la raíz desnuda con el 93.74 % y regular en la estaca con un 67.36 %. El método de propagación que presentó mayor crecimiento a los 15 meses de plantada fue la raíz desnuda con 6.89 cm en diámetro basal y 1.60 m en altura total. El método de propagación por estaca presentó un crecimiento en diámetro basal de 4.11 cm y en altura total 1.10 m en el mismo período. La raíz desnuda presentó una producción de 394 frutos y en la estaca la producción fue de 183 frutos. Aplicando t-student en los resultados de altura se observó que existe diferencia altamente significativa y en diámetro basal no existe diferencia significativa, en la producción de frutos existe diferencia altamente significativa dentro de los métodos de propagación por raíz desnuda y estaca. El costo de establecimiento más caro resultó ser para el método de propagación por estaca con \$ 381.5 y para la raíz desnuda el costo fue de \$ 298.57. En conclusión el método de propagación vegetativo que presentó mejores resultados fue por raíz desnuda, obteniendo mayor sobrevivencia, mayor incremento en altura y mejor producción de frutos, con respecto al diámetro no hubo diferencia.

ABSTRACT

The study was carried out in an Experimentation and Evaluation Unit in the farm El Plantel, property of the National Agrarian University located in the municipality of Nindirí, Masaya, in a Tempate (*Jatropha curcas* L.) plantation, the objective is to evaluate the establishment and survival, increased basal diameter and total height, production of fruits and seeds and the costs of establishing this species. There were two vegetative propagation methods, the first by cutting and the second bare root, established four plots in the area propagation by cuttings and four plots in the area of bare root propagation. Two measurements were made over a period of 12 months, the first measurement in September 2009, three months after the establishment of the plantation and the second 12 months after the first measurement, in September 2010. The propagation methods showed a good survival in the bare roots with 93.74% and regular at the cutting with 67.36%. Propagation method that showed higher growth at 15 months planted was the bare root with basal diameter of 6.89 cm and 1.60 m in total height. The propagation method by cuttings showed an increase in basal diameter of 4.11 cm and total height 1.10 m in the same period. Bare root presented a production of 394 fruits and the cutting production was 183 fruits. Applying t-student in total high result that exist highly significance difference and basal diameter there aren't difference, in the fruit production there are a highly significance difference inside propagation methods by Bare root system and cutting. The cost of setting proved more expensive for the cutting with \$ 381.5 and for bare root the cost was \$ 298.57. In conclusion, the vegetative propagation method was presented better results for bare root, resulting in greater survival, greater increase in height and better fruit production, with the diameter no difference.

I. INTRODUCCIÓN

El tempate (*Jatropha curcas* L.) es un arbusto de América Central, cuya semilla contiene un alto porcentaje de aceite por lo que ha sido cultivado independientemente de sus usos tradicionales como purgantes, fabricación de jabones y barnices (González y Parajón, 1993). El tempate puede encontrarse creciendo de forma semisilvestre en muchas zonas del Pacífico y Región Central de Nicaragua, pero las condiciones edafoclimáticas pueden ser determinantes para su crecimiento y rentabilidad.

La crisis económica aumenta cada día principalmente en los países del tercer mundo y hay amenazas de extinción de los recursos naturales no renovables como el petróleo, materia prima necesaria para el funcionamiento de las economías desarrolladas y sub-desarrolladas (Padilla y Rostrán, 1997). Los combustibles fósiles en Nicaragua causarían un gran problema cada vez que sean más limitados, ya que depende en un 100 % de las importaciones de crudo, por lo que debe buscar alternativas viables y optar por el uso de energías renovables.

Se considera que el cultivo comercial del Tempate y el procesamiento local del aceite y subproductos podrán sustituir en gran parte las importaciones de petróleo en Nicaragua. Siendo una especie perenne, resistente a la sequía, ofrece ciertas ventajas con respecto a la conservación de suelos y manejo de cuencas en zonas no aptas para cultivos anuales. Así que tiene el potencial para resolver en parte la grave crisis que atraviesa un importante sector de la población que actualmente se encuentra sin alternativas de producción (González y Parajón, 1993).

Según Padilla y Monterroso (1996), el Tempate (*Jatropha curcas* L.) es un nuevo cultivo a partir de 1990, desde entonces se intensificaron los estudios sobre esta planta oleaginosa con la finalidad de obtener un éter metílico con propiedades similares a las del combustible diesel. La producción de éter metílico (EMAT) podría sustituir gradualmente y en pequeñas escalas las importaciones de diesel, lo cual generaría ahorro de divisas, la protección del medio ambiente y la salud humana, ya que se caracteriza por ser un cultivo de bajos insumos agrícolas.

Neubert (2009), asegura que el aceite vegetal combustible en base al cultivo de Tempate, es una alternativa viable para ser usado como sustituto del diesel, el cual tiene muchas ventajas tanto económicas (ahorro de divisas las cuales se distribuyen entre los agricultores, abastecimiento energético seguro e independiente, creación de nuevos puestos de trabajo, posicionamiento del sector agrícola como productor energético, desarrollo económico local sustentable, contribución directa la reducción de la pobreza) así como para el medio ambiente (no es dañino para la salud, es totalmente biodegradable, no causa daño al subsuelo, protección activa del medio ambiente y del clima, el CO₂ es neutral, no emite Oxido de Azufre, la emisión de hollín se reduce en un 50 %, reducción de las partículas cancerígenas de 80-90 %).

En la unidad de experimentación y evaluación finca “El Plantel” propiedad de la Universidad Nacional Agraria, existe una plantación de *Jatropha curcas* L. establecida en Junio del 2009, con la finalidad de producir aceite vegetal combustible como parte de las investigaciones que se realizan en el laboratorio de investigación y desarrollo de energías renovables (LIDER), con esta investigación se demuestra que el cultivo se adapta a las condiciones edafoclimáticas de El Plantel y que es posible incorporarlo como un nuevo rubro económico.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar el cultivo de Tempate (*Jatropha curcas* L.) variedad Cabo verde como alternativa de biocombustible, bajo dos métodos de propagación vegetativa, estaca y raíz desnuda.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar sobrevivencia e incremento en altura y diámetro basal de las plantas de *Jatropha curcas* L. por estaca y raíz desnuda.
- ❖ Obtener datos de rendimiento en producción de frutos y semillas de *Jatropha curcas* L. en la plantación a estaca y raíz desnuda en la finca El Plantel.
- ❖ Comparar costos de establecimiento de la plantación por métodos de propagación vegetativa (estaca y raíz desnuda), del Tempate bajo la misma forma de preparación del suelo (labranza mínima).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

La finca El Plantel es una Unidad de Experimentación y Evaluación (UEEP) propiedad de la Universidad Nacional Agraria, que está ubicada en el kilómetro 31 carretera Tipitapa – Masaya, en el Municipio de Nindirí, Departamento de Masaya, contiguo a la empresa avícola Estrella. Cuenta con un área de 270 manzanas, entre las coordenadas: 12°06'24" y 12°07'30" latitud norte y los 86°04'46" y 88°05'27" longitud oeste. La precipitación promedio anual es de 1,110 mm, una elevación de 98 y 110 msnm, con una humedad relativa promedio del 70 %, temperatura media de 26° y una evapotranspiración potencial de 1,440 mm al año (López y González, 2006).

3.1.1. Acceso

La finca El Plantel cuenta con un fácil acceso debido a que está ubicada a orillas de la carretera que va de Tipitapa a Masaya (López y González, 2006).

3.1.2. Suelos

El área donde está localizada la finca “El Plantel” corresponde a una transición entre bosque tropical, moderadamente denso y seco, y bosque tropical subhúmedo. Los factores formadores de suelos son el vulcanismo y el tectonismo y los procesos formadores que los han modelado son la erosión y la sedimentación. La textura varía desde arenosa a franco. En términos generales se considera que los suelos son bien drenados con fertilidad aceptable (López y González, 2006).

3.1.3. Clima

De acuerdo con la clasificación de Koppen, el clima es tropical de sabana con transición a subtropical. La precipitación varía de 600 mm a 1800 mm / año. Existe una marcada época seca durante seis meses (Noviembre – Abril). Durante la época seca, el promedio de precipitación es

de 0 a 3 mm. Los meses de Febrero y Marzo son los meses más secos. Los de mayor precipitación son los de Septiembre y Octubre en que ocurre un promedio de 200 a 250 mm de lluvia.

La temperatura mínima media corresponde al mes de Diciembre, con valores que varían entre 24.7°C y 25.3°C. La evaporación media anual es de 2,044 mm. El mes con mayor evaporación es Abril. La variación mensual de la evaporación es opuesta a la marcha de la precipitación y de los valores medios de la humedad relativa. Los vientos predominantes, independientes de su velocidad son de componente Este (Noroeste, Este y Sureste). Tiene velocidad promedio de 3.4 m / seg. (12 Km / hora), (López y González, 2006).

3.1.4. Vegetación

López y González (2006), afirman que la formación de vegetación se caracteriza por desarrollarse bajo un régimen de precipitación entre los 750 – 1250 mm a una temperatura entre 26 a 29°C. Está ubicada en un rango de elevación que va de los 0 a los 500 msnm en donde llueve de mayo a octubre. El área donde está localizada la finca “El Plantel” corresponde a una transición entre bosque tropical, moderadamente denso y seco, y bosque tropical sub húmedo. Esta vegetación fue eliminada con la introducción del monocultivo del Algodón (*Gossypium hirsutum*), entre los años 50 y 60. Actualmente la tierra se usa con cultivos de granos básicos como Maíz (*Zea maíz*), Sorgo (*Sorghum Bicolor* L.) y Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.); además de frutales como Cítricos, Mango (*Manguifera indica*), Aguacate (*Persea americana*) y Plátano (*Musa sapientum*), así como las plantaciones de Neem (*Azadirachta indica* A.), Eucalipto (*Eucalipto camaldulensis* D.), Teca (*Tectona grandis*), Madero negro (*Gliricidia sepium* J.), Espino de playa (*Pithecellobium dulce* B.), Sardinillo (*Tecoma stans* L.).

3.1.5. Criterio de selección del terreno

Se eligió la finca Experimental El Plantel por que tiene áreas deforestadas y sin ningún uso de suelo, y las condiciones edafoclimáticas en esa área son favorables para el cultivo de *Jatropha curcas* L., posee fácil acceso ya que se encuentra sobre la carretera Tipitapa a Masaya, es un sitio donde no existe electricidad y una vez que el cultivo empiece a dar su producción normal y se

extraiga aceite vegetal combustible puede ser usado en motores diesel tanto para generar energía eléctrica en casas o para motores de tractores agrícolas.

3.2. Establecimiento de la plantación

El establecimiento de *Jatropha curcas* L. se realizó en la finca El Plantel el sábado 12 y domingo 13 de Junio del año 2009. El tipo de labranza utilizado fue mínima, este tipo de preparación se orienta cuando se permite el trabajo con maquinaria y los suelos están bien compactados debido al excesivo pastoreo o en suelos degradados, rotulando con un subsolador, se rompe la capa compactada del suelo y se permite un buen desarrollo de la planta en su etapa inicial de cultivo.

3.2.1. Mediciones

Las mediciones se realizaron a los tres meses del establecimiento de la plantación para la primer medida (Septiembre 2009), la segunda medida a los 15 meses del establecimiento de la plantación (Septiembre 2010), la primer cosecha se presentó a los 15 meses después del establecimiento (Agosto 2010). El área total es de 1.4 ha.

3.2.2. Métodos de propagación vegetativa

Se utilizaron dos métodos de propagación vegetativa en la plantación; el primero por propagación vegetativa artificial denominado por estaca y el segundo por medio del tipo de producción a raíz desnuda de la variedad Cabo verde procedentes del Proyecto Aceite Vegetal Combustible en León, con un tamaño aproximado de 12 pulgadas (un pie) en ambos métodos de propagación, las cuales fueron plantadas a una distancia de 3 m entre surcos y 1 m entre plantas (2,500 plantas/ha).

3.2.3. Diseño de las parcelas

Se delimitaron las parcelas que fueron estudiadas con cintas biodegradables colocadas en estacas perimetrales. Se establecieron cuatro parcelas en el área de plantación de estacas y cuatro parcelas en el área de raíz desnuda. El área total de las parcelas fue de 1,176 m² (Figura 2).

Cada parcela tuvo una dimensión de 21 m de largo x 7 m de ancho (147 m²), abarcando 49 plantas dentro de cada parcela. Dentro de las parcelas de muestreo se estableció una parcela útil, la cual midió 5 m de ancho por 15 m de largo (75 m²), dejando un borde de 1 m en cada línea de largo y 3 m de borde en cada línea de ancho para eliminar el efecto de borde en la parcela (Figura 1).

Para el establecimiento de las parcelas de muestreo se comenzó a partir de la fila número siete, luego se midieron 16 metros y en ese punto se procedió a establecer la primer parcela, para ubicar las siguientes parcelas se comenzó a contar nuevamente desde la parcela ya establecida otros 16 metros, y se estableció la siguiente parcela, hasta llegar a la cuarta parcela.

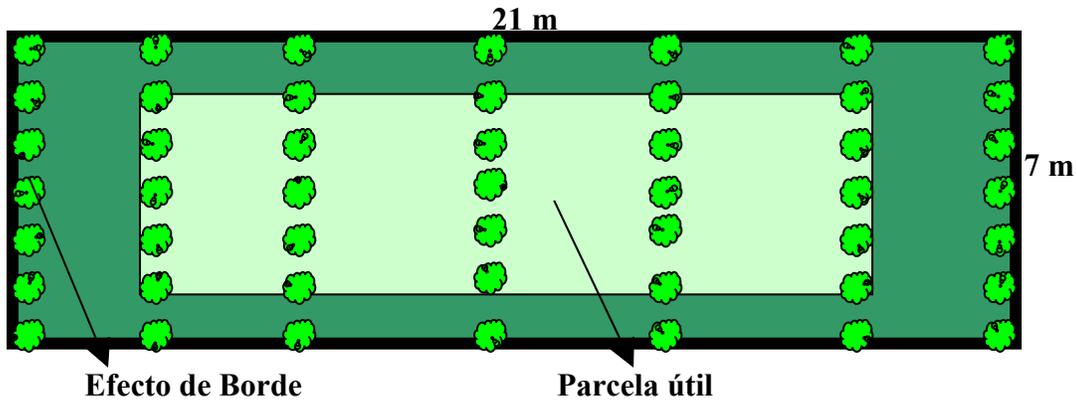


Figura 1. Parcela de muestreo en el campo, finca El Plantel, municipio de Nindirí, departamento Masaya, 2009.

Se abarcó 25 plantas por parcela útil, a las cuales con ayuda de un Vernier y cinta métrica, se les realizó sus respectivas mediciones; se marcaron todos los individuos con cinta biodegradable y se enumeraron las plantas por parcela para medir las variables en estudio, con ayuda de un formato de registro establecido se llevó un orden y control de los datos de cada individuo seleccionado (Anexo 1).

3.2.4. Levantamiento del perímetro del sitio en estudio

Tomando como punto de referencia el punto Noroeste de la parcela y siguiendo el sentido de manecilla del reloj se geo referenciaron todos los puntos del perímetro de la parcela, utilizando GPS, luego se procedió a elaborar el mapa con el programa Arcview (Figura 2).

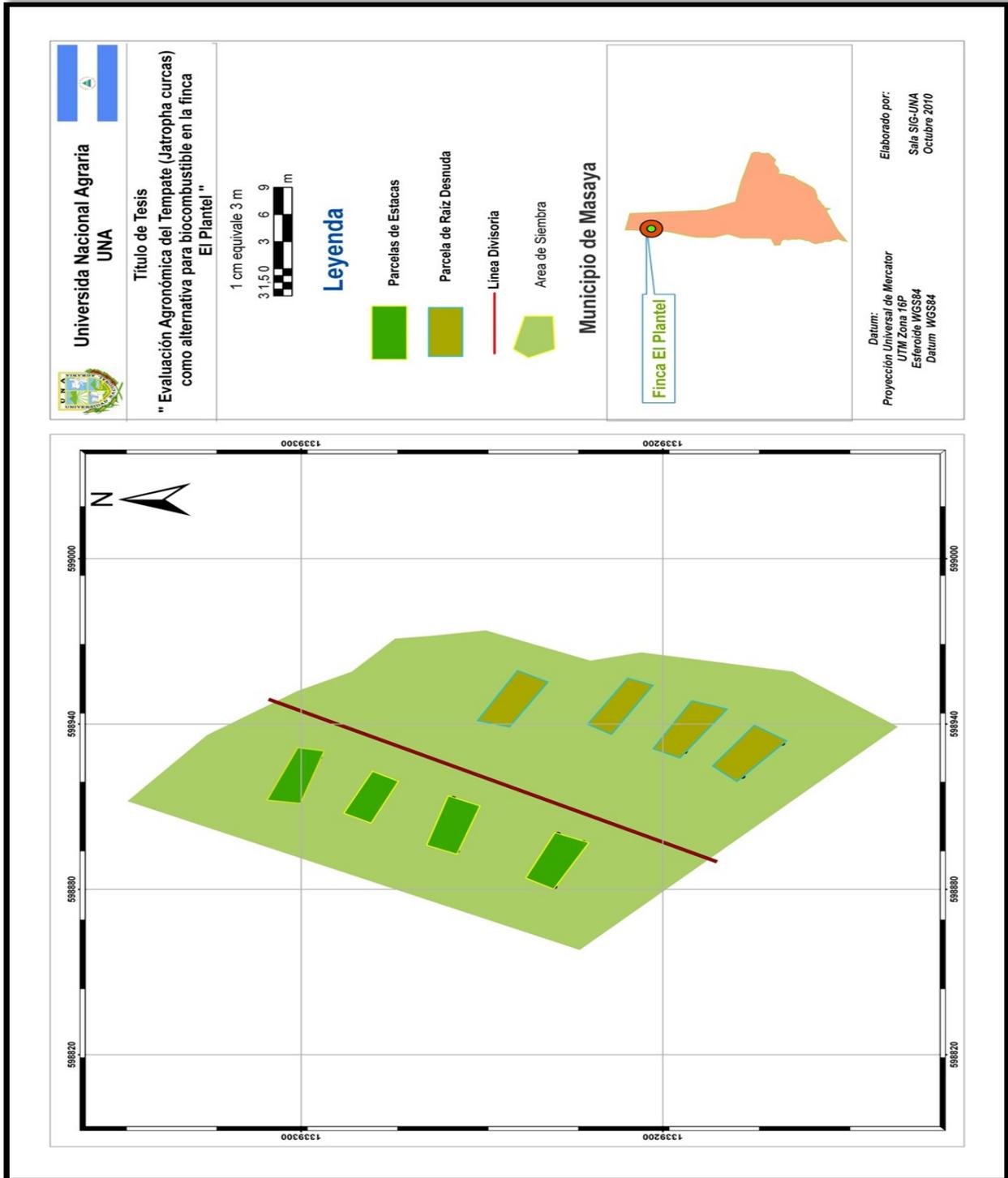


Figura 2. Diseño de distribución de las parcelas con Tempate (*Jatropha curcas* L.), finca El Plantel, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, 2009.

3.3. Recolección de datos

El levantamiento de datos se efectuó mediante dos mediciones para evaluar el crecimiento e incremento de *Jatropha curcas* L.

La primera medición se realizó el jueves 17 de Septiembre del año 2009 a los tres meses de establecida la plantación. Las condiciones del sitio fueron favorables, ya que en la plantación se efectuó control de maleza mecanizada en los callejones, lo cual facilitó el acceso de la toma de datos (Anexo 2).

Una segunda medición se realizó el viernes 10 de Septiembre del año 2010 a un año después de establecida la plantación. El sitio no presentaba las condiciones favorables para la toma de datos, ya que la maleza presentaba altura de 1.5 m cubriendo las plantas en estudio (Anexo 3).

3.3.1. Variables evaluadas

En la fase de campo se utilizaron cintas métricas y Vernier, para las mediciones de altura y diámetro de cada planta, cinta biodegradable para delimitar las parcelas e identificar las plantas, y GPS para geo referenciar el área. A cada planta con su respectiva enumeración se les llevó seguimiento utilizando el formato presente en el anexo 1.

3.3.1.1. Supervivencia

Se tomó el primer día de campo para estimar el porcentaje de plantas vivas y muertas los métodos de propagación vegetativa.

3.3.1.2. Altura

Es la distancia tomada desde el nivel del suelo de la planta hasta su ápice. Dicha variable se midió en metros en ambos métodos de propagación vegetativa.

3.3.1.3. Diámetro basal

Esta variable se refiere al diámetro basal de la planta, tomándolo al ras del suelo en centímetros en los dos sistemas de siembra.

3.3.1.4. Frutos

El criterio para el corte es cuando el fruto verde se pone amarillo, se realizaron cuatro cortes para proceder a estimar el total de la primera producción en el año 2010, el primer corte fue el día viernes 13 de Agosto, el segundo se realizó el miércoles 18 de Agosto, el tercero fue el día viernes 27 de Agosto y el cuarto corte se realizó el día miércoles 01 de Septiembre (esto fue realizado en el período previo a la segunda medición) (Anexo 6 y 7).

3.4. Procesamiento de datos

Para el registro y análisis de los datos obtenidos en la etapa de medición se trabajó con el programa de Excel y las fórmulas empleadas para calcular el crecimiento, incremento y conocer el porcentaje de sobrevivencia se describen a continuación.

3.4.1. Porcentaje de sobrevivencia

Es la estimación de las plantas vivas encontradas en un área determinada en un periodo de tiempo (Primeros 3 meses y a los quince meses en este estudio) con respecto al número de individuos encontrados inicialmente (López y González, 2006).

$$\%S = \frac{n_2 * 100}{n_1}$$

Donde:

%S = Porcentaje de sobrevivencia

n_1 = Individuos encontrados en la primera medición

n_2 = Individuos encontrados en la segunda medición

3.4.2. Promedio de crecimiento

En el estudio de crecimiento, tanto en diámetro basal, como en altura se hizo la sumatoria de todos los datos obtenidos y se dividió entre el número de individuos existentes. Según López y González (2006), se representa por una μ y se define como la suma de todas las observaciones (y_i) entre el tamaño de la población (N).

$$\mu = \frac{\sum(y_i)}{N}$$

Donde:

μ = Promedio de crecimiento

$\sum(y_i)$ = Sumatoria de crecimiento de los individuos/parcela

N = Numero de individuos/parcela

3.4.3. Incremento periódico anual (IPA)

Según López y González (2006), el incremento periódico es el crecimiento de una planta en un periodo de tiempo determinado. (En este estudio Septiembre 2009 – Septiembre 2010). Para encontrar este resultado se resta el promedio de la segunda medición menos el promedio de la primera medición.

$$IP = M_2 - M_1$$

Donde:

IP = Incremento medio periódico (4 meses)

M_1 = Promedio de la primer medición

M_2 = Promedio de la segunda medición

3.4.4. Análisis estadístico de los datos

Para la obtención de la prueba de t-student de datos pariados se corrió el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) y así se obtuvo la diferencia significativa de las variables en estudio entre los dos métodos de siembra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del porcentaje de sobrevivencia de la *Jatropha curcas* L. establecida en El Plantel

4.1.1. Evaluación del primer periodo en estacas y raíz desnuda

Como se puede observar en la figura 3, para el primer año la estaca presenta un promedio general de sobrevivencia de 67.36 %. En cambio la raíz desnuda presenta un promedio general de sobrevivencia de 93.74 %. Según la caracterización de Centeno (1993), para la evaluación de sobrevivencia la categoría de bueno corresponde a un 80% o más de sobrevivencia, regular de 40 a 80%. En este caso el porcentaje de sobrevivencia presentado por el método de propagación por estaca es catalogado como regular, mientras que el de siembra por raíz desnuda se cataloga como bueno.

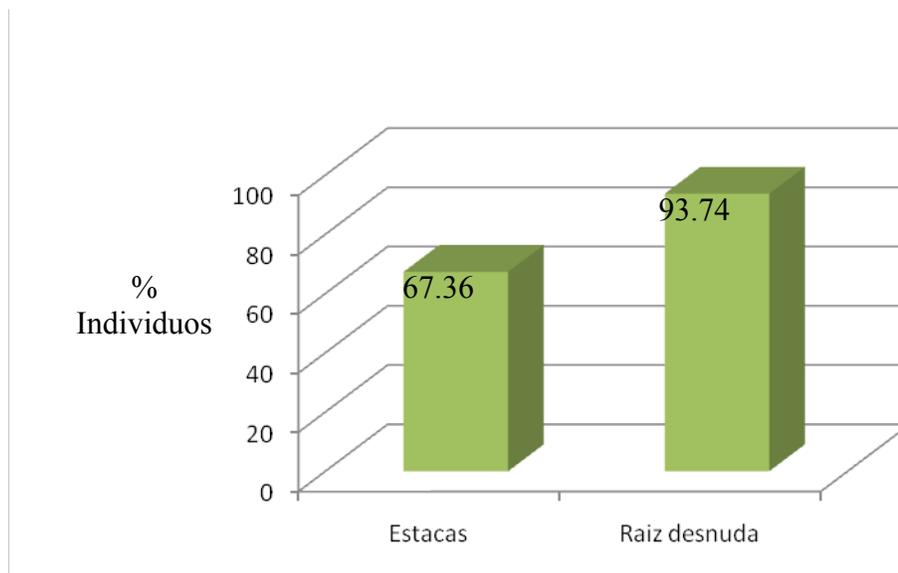


Figura 3. Porcentaje de sobrevivencia en dos métodos de propagación vegetativa de la *Jatropha curcas* L. en un periodo de doce meses, El Plantel, 2010.

El porcentaje total de plantas establecidas hasta Agosto 2010 se presenta en la figura 3, encontrando que las estacas presentan menor número de plantas que la raíz desnuda debido a que en estos métodos de propagación vegetativa no se realizó un manejo adecuado, esto influyó en los resultados obtenidos.

Entre los diferentes factores que influyeron en la sobrevivencia de los métodos de propagación vegetativa se pueden mencionar:

- a) Falta de limpieza de malezas, ya que estas las cubrían e impedían su desarrollo en los peores casos provocaban su muerte por ahogamiento y solo se hizo eliminación de hierbas en los callejones (Anexo 5), tanto desde el inicio, como en todo el periodo de crecimiento en ambos métodos de propagación vegetativa, siendo la principal causa de pérdidas y baja sobrevivencia y resultando más susceptible el método por estaca.
- b) Mal manejo de la variedad al momento del trasplante ya que no se les dio la debida curación al material, al momento de plantarlas no se sumergieron en una mezcla de oxiclورو de cobre (una parte) más tierra no arcillosa (dos partes), esto es para evitar resequedad y ataque de enfermedades especialmente de origen fungoso y que en el caso de este estudio se presentó ataque de hongos en las estacas que no sobrevivieron.
- c) Por ganado dentro del área, ya que influyo quebrando estacas y provocando la muerte de las mismas en el momento que estaba pastando.
- d) Fallas al momento de realizar la limpieza, esto porque al momento de pasar el tractor por los callejones, se salía de la línea y cortaba las plantas y en segundo caso, los macheteros no tenían cuidado al momento de realizar el caseo.

El mal manejo que provoca poca sobrevivencia es confirmado por Toruño (2009a), en manejo técnico en la plantación de estacas de *Jatropha curcas* L. en el que asegura que en el momento del trasplante las estacas estarán a raíz desnuda, entonces se desinfectaran con fungicida de contacto para evitar el ataque de enfermedades fungosas y que para esto se realiza una mezcla de tierra con fungicida en forma de lodo, al sumergirse las raíces en esta mezcla se le formará una capa protectora en las raíces y evitará la deshidratación de las plantas y las protegerá del ataque de patógenos.

4.2. Resultado del promedio de incremento en altura y diámetro de la *Jatropha curcas* L. establecida en la finca El Plantel

4.2.1. Evaluación del incremento periódico promedio en altura (m) en estaca y raíz desnuda en el primer año del cultivo

En la primera medición por las cuatro parcelas de estacas se obtuvo un promedio de 0.41 m de altura y en la segunda medición un promedio final de 1.10 m de altura, esto indica que se obtuvo un incremento promedio en las cuatro parcelas de 0.69 m de altura (Figura 4).

En la raíz desnuda la variable altura presentó un crecimiento promedio inicial de 0.49 m de altura, y un promedio final de 1.60 m de altura en las cuatro parcelas, para obtener un incremento promedio de 1.11 m de altura (Figura 4).

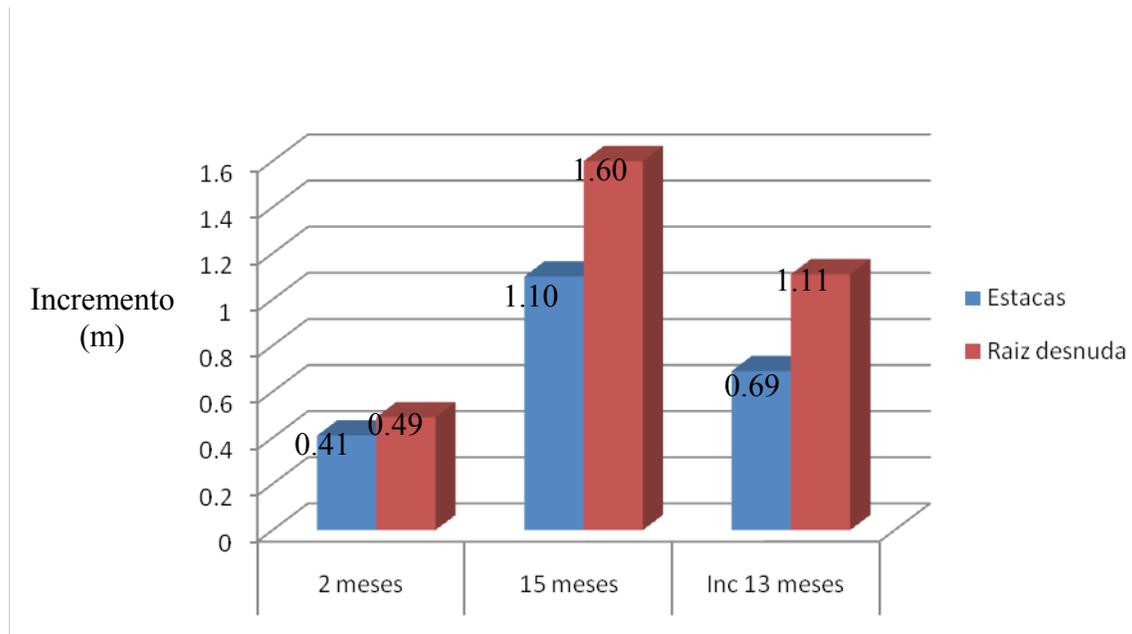


Figura 4. Incremento promedio de la variable altura en los métodos de propagación por estaca y raíz desnuda en un periodo de doce meses, El Plantel, 2010.

4.2.2. Evaluación del incremento periódico promedio en diámetro basal (cm) en estaca y raíz desnuda en el primer año del cultivo

El crecimiento promedio inicial en las cuatro parcelas de estaca fue de 1.46 cm en diámetro basal. Alcanzando un promedio final de 4.11 cm en diámetro basal en la segunda medición. Obteniendo un incremento promedio de 2.65 cm de diámetro basal (Figura 5).

Esta variable en las cuatro parcelas de raíz desnuda obtuvo un crecimiento inicial promedio de 1.93 cm en diámetro basal, crecimiento final de 6.89 cm en diámetro basal, obteniendo un incremento promedio de 4.97 cm en diámetro basal (Figura 5).

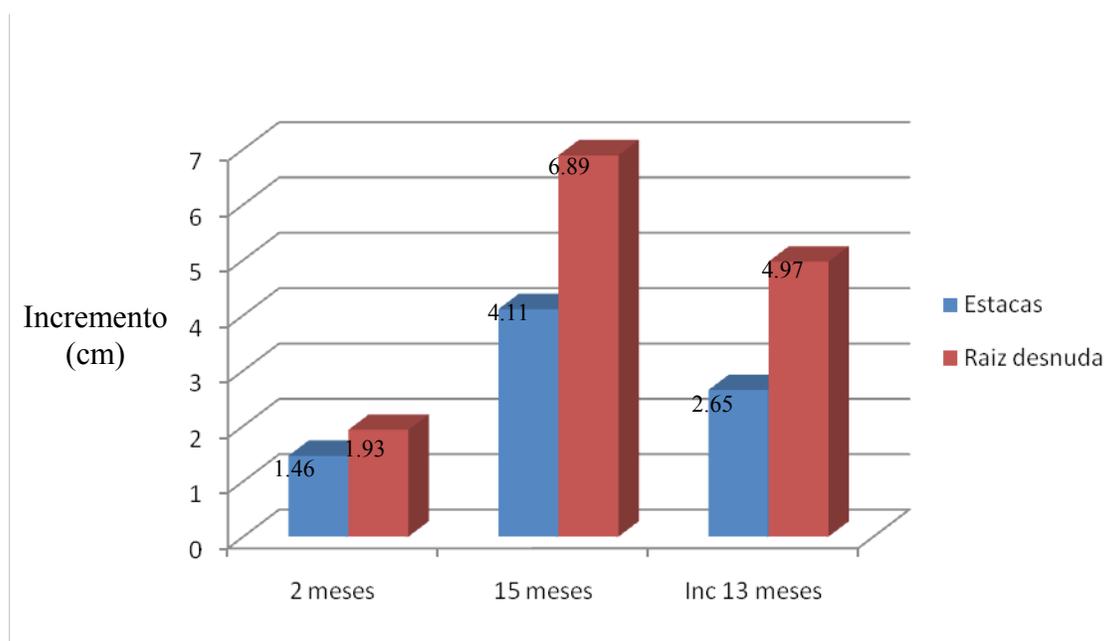


Figura 5. Incremento promedio en variable diámetro basal en los métodos de propagación por estaca y raíz desnuda en un periodo de doce meses, El Plantel, 2010.

Comparando estos resultados con los obtenidos por Erazo (2009), en un lote establecido a partir de la siembra asexual (estacas) de material vegetativo originario de Nicaragua en la finca Santa Lucía propiedad de Agroipsa, localizada a 12 Km de la ciudad de Choluteca, Honduras, los resultados son inferiores para la estaca, ya que demuestra que a un año de establecida la *Jatropha curcas* L. variedad Cabo verde, creció en altura 1.85 m registrando un incremento de 1 m y con respecto al grosor 7.1 cm en promedio a un año de establecida, obteniendo un incremento promedio de 3.7 cm.

En un ensayo establecido en el departamento de León, municipio de Telica en la cooperativa Juan de Dios Muñoz, Ortiz (1995) encontró que la variedad cabo verde presenta la mayor altura con 2.24 m, y la menor altura con 1.66 m. El mayor diámetro promedio se presenta con 7.59 cm, y el menor diámetro se presenta con 4.06 cm, estos resultados demuestran ser un poco superiores a los presentados en este estudio.

Jovel (1995), en un banco de germoplasma establecido en la comarca Cristo Rey en el municipio de Quezalgaque, León, generaliza que la variedad cabo verde presentó una altura promedio de 1.70 m, registrándose un incremento de 1.50 m y un diámetro promedio aproximadamente de 6 cm después de un año de establecido el cultivo. Comparando estos resultados con los obtenidos en este estudio encontramos que en altura son superiores con respecto a ambos métodos de propagación, mientras que en diámetro del tallo es superior a los métodos de propagación vegetativa por estacas y raíz desnuda.

En un estudio realizado en el Pacífico de Nicaragua por Aguilar (1998), se puede observar que el mayor crecimiento en altura fue en la localidad de Mateare con altura promedio de 1.28 m para la variedad cabo verde, registrando un incremento promedio de 0.58 m. Este resultado demuestra ser superior al resultado en estacas pero inferior al resultado en la raíz desnuda para la segunda medición de este estudio y con respecto al incremento en altura es inferior al obtenido en ambos métodos de propagación de este estudio.

Aguilar (1998), en las localidades de Masaya y León, encontró que la variedad cabo verde presenta menor crecimiento. Se observa que en Masaya el crecimiento en altura promedio fue de 0.60 m, con un incremento de 0.35 m y en León altura de 0.52 m, con un incremento de 0.32 m. Aguilar considera que el primer año fue seco, esto en combinación con la baja fertilidad del suelo en León y Masaya, probablemente explica los pobres resultados obtenidos en los dos lugares. Estos resultados se consideran inferiores a los datos obtenidos en el método de propagación por estacas y raíz desnuda presentados en este estudio.

Un factor que se cree que pudo influir en el poco crecimiento es el agua, ya que Gutiérrez (1995), en un ensayo establecido en el departamento de León, municipio de Telica en la cooperativa Juan de Dios Muñoz, demuestra que los diferentes volúmenes de agua aplicados influyen significativamente en el desarrollo de las plantas, en la variedad cabo verde se registró en altura mayor de 2.04 m y una altura menor de 1.54 m. El diámetro mayor registrado fue de 8.99 cm, y el menor fue de 5.81 cm, estos datos son superiores a los obtenidos en este estudio, el cual no recibió ningún tipo de riego.

Gonzales y Parajón (1993) en Evaluación de dos variedades de Tempate (*Jatropha curcas* L.) bajo dos métodos de siembra y dos sistemas de labranza en trece localidades de Nicaragua, encontraron que para la variedad cabo verde, labranza convencional y siembra en bolsa, el mayor crecimiento en altura se presentó en Juigalpa con 1.45 m resultando superior para las estacas de este estudio pero inferior con respecto a la raíz desnuda; Sebaco presentó un crecimiento medio con 0.89 m y la de menor altura fue en el Terrero (León) con 0.32 m; comparando los resultados obtenidos en este estudio son superiores con respecto a los obtenidos en Sebaco y el Terrero.

En el mismo estudio Gonzales y Parajón (1993) encontraron que para la variedad cabo verde, labranza convencional y siembra directa, el mayor crecimiento en altura se presentó en Juigalpa con 1.18 m, este resultado es un poco mayor al encontrado para las estacas en este estudio pero inferior a la raíz desnuda; Sebaco presentó un crecimiento medio con 0.75 m y la de menor altura fue en el Terrero (León) con 0.16 m, estos resultados indican ser inferiores a los obtenidos en este estudio en los métodos de propagación por estaca y raíz desnuda .

Gonzales y Parajón (1993), comprobaron también que las localidades con mayor crecimiento en altura es donde se presentó menor precipitación y las de menor crecimiento es donde se presentó mayor precipitación.

En este estudio no se llevó registro de precipitación, pero se sabe que el año 2009 fue muy seco y por lo que es probable que tuviera influencia en el crecimiento en altura, diámetro basal y producción de frutos de *Jatropha curcas* L. variedad Cabo verde de este estudio.

Cuadro 1. Altura promedio (m) y Diámetro promedio (cm) en la segunda medición e incremento, de las plantas de *Jatropha curcas* L. en cada método de propagación vegetativa a un año después de su siembra

Métodos de propagación	Altura (m)	Incremento en altura (m)	Diámetro (cm)	Incremento en diámetro (cm)
Estaca	1.10	0.69	4.11	2.65
Raíz desnuda	1.60	1.11	6.89	4.97

En el cuadro 1 se presenta un promedio general de crecimiento en altura y diámetro en ambos métodos de propagación vegetativos, en el que se puede observar que el de raíz desnuda es superior en cuanto a crecimiento sobre las estacas.

La falta de limpieza de malezas influyó mucho en la sobrevivencia, de acuerdo con Vásquez (2010), en un estudio realizado en el municipio de La Nueva Concepción en Guatemala, donde se estableció un ensayo asociado con malezas, se demuestra que los tratamientos en que el cultivo alcanzó mayor crecimiento en altura y diámetro del tallo, se atribuye a la poca competencia que ejerció la maleza sobre el cultivo y este se pudo desarrollar sin ninguna o poca competencia con malezas y para los tratamientos sometidos a presencia de malezas, se muestra el desarrollo de la altura inferior, siendo entonces el efecto de las malezas un factor que afecta severamente el crecimiento de este cultivo y por lo tanto, los tratamientos sin maleza son los que brindan a la planta un mayor grado de engrosamiento y altura (Anexo 5), la presencia de malezas afectó mucho la sobrevivencia y desarrollo en los dos métodos de propagación vegetativa pero mayormente al método de propagación por estaca.

4.3. Evaluación de la producción de frutos de *Jatropha curcas* L. en el primer año del cultivo

En la primera producción del cultivo de *Jatropha curcas* L. correspondiente a un año después de siembra, se encontró que por las cuatro parcelas y en los dos métodos de propagación las estacas presentaron menos producción total de frutos que la raíz desnuda (Anexo 6 y 7).

En el método de propagación por estaca se cosecharon 183 frutos en total por las cuatro parcelas, una vez recién cortados pesaron 371 gr por las cuatro parcelas lo que equivale a 12.36 kg ha⁻¹.

En cambio en el método de propagación por raíz desnuda se cosecharon 394 frutos en total por las cuatro parcelas, una vez recién cortados pesaron 1218 gr lo que equivale a 40.59 kg ha⁻¹.

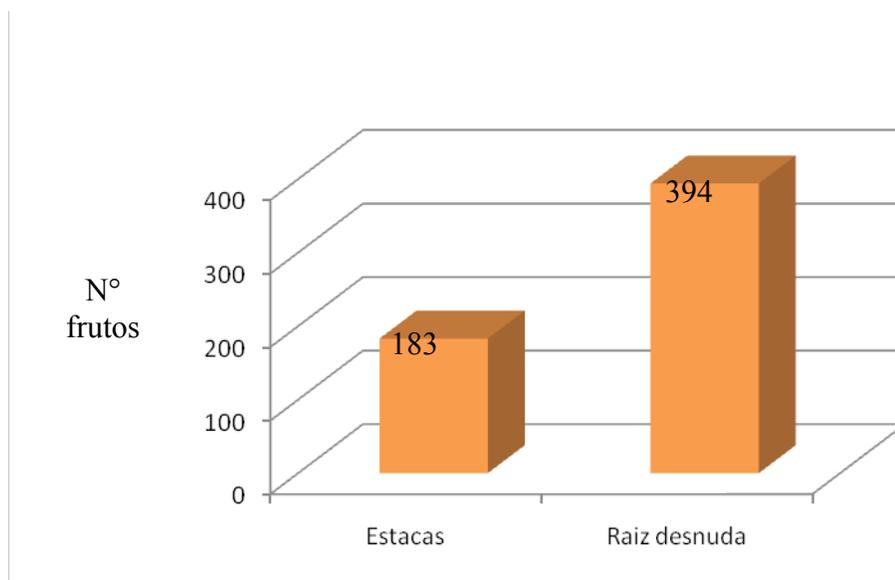


Figura 6. Producción promedio de frutos de *Jatropha curcas* L. en dos métodos de propagación vegetativa a los 15 meses después de la siembra del cultivo, El Plantel, 2010.

Erazo (2009), demuestra que en Choluteca, Honduras, en un sistema de siembra por estacas que la producción de frutos se estimó en promedio 47 Frutos/planta en el mes Julio, logrando un rendimiento en semillas de 118 semillas/planta. Comparando estos resultados con la producción obtenida en este estudio en el sistema por estaca se observa que es inferior ya que en El Plantel se obtuvo un rendimiento promedio de 8 frutos/planta, logrando un rendimiento en semillas de 25 semillas/planta. Con respecto a la raíz desnuda en este estudio también fue inferior al rendimiento

encontrado por Erazo (2009) en Honduras con 5 frutos/planta, logrando un rendimiento en semillas de 13 semillas/planta.

Gonzales y Parajón (1993) en Evaluación de dos variedades de tempate (*Jatropha curcas* L.) bajo dos métodos de siembra y dos sistemas de labranza en trece localidades de Nicaragua, en el experimento establecido en Juigalpa encontraron que para la variedad cabo verde, labranza convencional y siembra en bolsa, el número de frutos por planta para la primera producción fue de 7 frutos/planta, este resultado es inferior para el método de propagación por estaca en este estudio, pero superior para la raíz desnuda. Y para la variedad cabo verde, labranza convencional y siembra directa, el número de frutos por planta para la primera producción fue de 9 frutos/planta, resultando superior para los dos métodos de propagación presentados en este estudio.

4.4. Análisis estadístico de las variables en estudio en dos métodos de propagación vegetativos

Para comprobar si los resultados obtenidos en incremento de altura total, diámetro basal y producción frutos, se aplicó la prueba de t-student de datos pareados, para obtener la diferencia significativa de las variables en estudio entre los dos métodos de propagación, encontrando que para el incremento en altura existe diferencia altamente significativa ($P < 0.000$). La raíz desnuda presentó un promedio de 1.11 m en altura y la estaca presentó un promedio de 0.69 m en altura.

Para el incremento en diámetro basal no existe diferencia significativa ($P > 0.152$). Lo que demuestra que no existe diferencia entre los datos de los métodos de propagación por estaca y por raíz desnuda. En campo no se observó alguna diferencia, esto se confirma con los promedios de los incrementos de estos datos los cuales resultaron ser iguales.

Para la producción de frutos existe diferencia altamente significativa ($P < 0.002$). Lo que demuestra que existe diferencia entre los datos de los métodos de propagación por estaca y por raíz desnuda. Esto se demuestra con los resultados de la primera producción cosechando 183 frutos para las estacas y 394 frutos para la raíz desnuda.

4.5. Costos de establecimiento de la plantación

Los costos promedios de la plantación tanto estaca como raíz desnuda fueron estimados en base a las experiencias obtenidas en la finca El Plantel y no representan los costos de producción fijos y definitivos necesarios para un manejo adecuado del cultivo. En el cuadro 2, se presentan los costos estimados para labranza mínima y dos métodos de propagación vegetativos con densidad de 2,500 plantas/ha, respectivamente.

Los cálculos para la estimación de los costos toman en cuenta factores como el costo de mano de obra, preparación del suelo, costo del material a plantar, transporte y combustible, etc.

En el caso de la estaca (2,500 plantas/ha), el costo total es el más caro con \$ 382 por hectárea, mientras que el costo más bajo \$ 299 por hectárea para la raíz desnuda (2,500 plantas/ha).

El factor determinante en estos cálculos es el costo del material a plantar, ya que el precio de las estacas es más caro con respecto a la raíz desnuda, \$ 0.07 y \$ 0.03 respectivamente, los demás factores tienen un costo por igual para ambos sistemas de siembra.

Cuadro 2. Estimado de los costos (C\$/ha) de la plantación por estacas y raíz desnuda de la *Jatropha curcas* L. (2,500 plantas/ha) en El Plantel, 2009

Labores	Constantes	Labranza mínima (Tractor)	
		Estaca	Raíz desnuda
Precio por plantas	-	177.72	94.79
Transporte de plantas a la plantación	-	47.39	47.39
Preparación del suelo (Raya subsoleo)	9.48 \$/ha	9.48	9.48
Mano de obra (5 trabajadores) (2 días)	5.69 \$/día/h	28.45	28.45
Fungicida (8 kilos)	11.84 \$/kilo	47.36	47.36
Limpieza mecánica en callejones (5 veces)	14.22 \$/ha	71.1	71.1
Total \$		\$ 381.5	\$ 298.57

V. CONCLUSIONES

El porcentaje general del número de individuos que sobreviven en la estaca en el primer año es menor con respecto a la raíz desnuda ya que se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia regular para las estacas y bueno para la raíz desnuda.

A los 15 meses de establecida la plantación de *Jatropha curcas* L. el método de propagación vegetativo que presentó mayor incremento en altura fue a raíz desnuda y con respecto a diámetro no hay diferencia en el incremento entre ambos métodos de propagación vegetativo.

La producción total de frutos al término de un año es más abundante en el método de propagación por raíz desnuda, pero aun no representa un nivel de producción rentable ya que está en la etapa inicial del cultivo, el cual será rentable cuando obtenga su nivel óptimo de producción a partir de los cuatro años de su establecimiento.

El costo de establecimiento para el método de propagación vegetativo por estacas resultó ser más caro con respecto a la raíz desnuda, dicho costo se recuperara cuando la producción sea estable y la producción empiece a generar ingresos económicos.

VI. RECOMENDACIONES

Aplicar mantenimiento a la plantación principalmente la eliminación de hierbas, podas y ronda contra incendios, con el fin de regular el crecimiento de las plantas e incentivar una mayor producción de frutos y semillas en ambos métodos de propagación vegetativa que seguirán en evaluación.

Darle seguimiento a la plantación en estudio en periodos de seis meses para evaluar cada producción, tomando en cuenta el ritmo de crecimiento, tolerancia a las hierbas y sombra, para así evitar pérdidas de rendimiento y porcentaje de sobrevivencia y para determinar si el aumento en el rendimiento compensa los costos adicionales de esta forma de siembra.

Incorporar en los futuros estudios evaluaciones del cultivo de *Jatropha curcas* L. relacionadas con la incidencia de plagas y enfermedades, y establecer otro método de propagación vegetativa como por acodo.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, X.** 1998. Comportamiento de dos variedades de *Jatropha curcas* L. en el pacifico de Nicaragua. Tesis. Lic. Biología. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. León, NI. 86 p.
- Centeno, M.** 1993. Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI. 79 p.
- Congreso internacional MIP y V Taller L. A. sobre mosca blanca y Geminivirus. (1996, Managua-NI). 1996.** Diagnostico, Epidemiología y Manejo de la Mancha angular del Tempate en diferentes localidades de Nicaragua. Eds. D, Padilla; D, Monterroso. Managua, NI. Pág. 23-24. Tomo VII.
- Congreso Nacional: Impacto de plaguicidas en ambiente, salud, trabajo y agricultura. (1997, Managua-NI) 1997.** Aplicación censurada por medio del algoritmo EM en datos del cultivo de tempate. Eds. F°, Padilla; A, Rostrán. Managua, NI. Pág. 331-339.
- Erazo, D.** 2009. Se reproduce línea hermana de la variedad Cabo verde de árboles de *Jatropha curcas* L. Informe. Agroipsa. Choluteca, HO. 5 p.
- González, J; Parajón F°.** 1993. Evaluación de dos variedades de Tempate bajo dos métodos de siembra y dos sistemas de labranza en 13 localidades de Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Escuela de Producción Vegetal. Managua, NI. 119 p.
- Gutiérrez, E.**1995. Evaluación técnica y agronómica del cultivo del Tempate aplicándole riego por goteo. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios. Managua, NI. 34 p.
- Jovel, J.** 1995. Establecimiento de un banco de germoplasma de *Jatropha curcas* L. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía, Escuela de Producción Vegetal. Managua, NI. 83 p.
- López, A; González, E.** 2006. Estudio del crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la finca El Plantel. Tesis. Ing. For. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI, 62 p.

- Neubert**, M. 2009. Asesor General. Proyecto Aceite Vegetal Combustible. León, NI. 12 p.
- Toruño**, M. 2009a. Manejo técnico en la siembra de estacas de *Jatropha curcas*. Proyecto Aceite Vegetal Combustible. León. NI. 2 p.
- 2009b. Guía técnica para el cultivo de *Jatropha*. 1er edición. Proyecto Aceite Vegetal Combustible León, NI, 8 p.
- Ortiz**, D. 1995. Evaluación de tres variedades injertadas de Tempate (*Jatropha curcas* L.) en el Municipio de Telica, León. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería, Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios, Departamento de Biomasa. Managua, NI. 39 p.
- Vásquez**, M. 2010. Establecimiento y organización de productores para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.). Capítulo II: Determinación del periodo crítico de interferencia de malezas durante el primer año de establecimiento del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.). Pág. 19 a 72. Tesis. Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Aldea Tecojate, Nueva Concepción, Escuintla, GU. 141 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 2. Foto de la plantación de *Jatropha curcas* L. a tres meses de plantada



Anexo 3. Foto de la plantación de *Jatropha curcas* L. a los quince meses de plantada



Anexo 4. Incremento de la plantación de *Jatropha curcas* L.



Anexo 5. Plantas de *Jatropha curcas* L. con presencia de hierbas.



Anexo 6. Frutos a los quince meses de la plantación de *Jatropha curcas* L.



Anexo 7. Semillas de *Jatropha curcas* L.



Anexo 8. Resultados del Análisis Estadístico para las Variables en Estudio Aplicando t-student

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
I P Altura	Inter-grupos	3,188	1	3,188	14,000	,000
	Intra-grupos	24,367	107	,228		
	Total	27,555	108			
I P Ø (cm)	Inter-grupos	97,803	1	97,803	2,079	,152
	Intra-grupos	5033,122	107	47,039		
	Total	5130,925	108			

Nº Frutos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	157,331	1	157,331	10,575	,002
Intra-grupos	1651,395	111	14,877		
Total	1808,726	112			

Estadísticos de grupo

	Siembra	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
I P Altura	1	21	,6748	,36041	,07865
	2	88	1,1084	,50022	,05332
I P Ø (cm)	1	21	2,5713200	,96790334	,21121382
	2	88	4,9731245	7,59187800	,80929691

Anexo 9. Ficha descriptiva del cultivo de *Jatropha curcas* L.

Nombre Científico: *Jatropha curcas* L.

Nombres Comunes: Es conocida en Nicaragua como Tempate y Piñón. En Brasil le llaman piñón de Paraguay, piñón manso, piñón de purga. En Somalia le llaman andelmeluc, y en México es conocido como piñoncillo. Los franceses la identifican como pourghere o piñón de indias, en tanto los ingleses la distinguen como physic nut. En Tailandia es nombrada sabu dun, y los alemanes la reconocen como purgiernub.

Taxonomía:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Rosidae

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Jatropha*

Especie: *curcas* L.

Toruño (2009b) describe la morfología, requerimientos agronómicos y tipos de siembra de esta planta de la forma siguiente:

Botánica: La *Jatropha curcas* L. es una planta monoica, toxica y oleaginosa, es un arbusto vigoroso de hábito perenne, que logra crecer de 1 a 8 m, en algunos casos hasta 15 m de altura.

Raíz: Esta formada por una raíz pivotante y un sistema de raíces secundarias poco ramificadas.

Tallo: El tallo es recto muy ramificado con corteza gris o rojiza, presentan escamas lucidas y es de color verdoso ceniciento, la cera que cubre la corteza está compuesta de melissiloto. En este se observan las largas ramas con cicatrices que son dejadas por las hojas al caerse.

Hojas: Son largas, alternas y palmanervadas de tres a cinco lóbulos, se caen en periodo seco.

Flores: Las flores son unisexuales y amarillentas encontrándose en la inflorescencia flores de los dos sexos, en algunos casos se encuentran inflorescencias masculinas o hermafroditas, estas son pentámeras, con sépalos y pétalos fusionados basalmente, las flores masculinas se encuentran en la periferia de la inflorescencia las flores femeninas son menos numerosas que las masculinas y se localizan en el centro de la inflorescencia.

Fruto: El fruto es una capsula casi esférica de color marrón oscuro, de 1.5 a 3 cm de diámetro, es dehiscente y trilobular, con una semilla en cada cavidad.

Semilla: La semilla es elíptica pesa de 0.5 a 0.75 g con 16 a 20 mm de largo, ancho de 7 a 11 mm, es negra con numerosos puntos amarillentos, estos están constituidos por una cáscara externa muy dura que encierra una almendra formada por un albumen aceitoso y blanquecino.

Requerimientos agronómicos del cultivo.

Suelos: El cultivo de *Jatropha curcas* L. posee un rango muy grande con respecto a su adaptación a diferentes tipos de suelo que va desde suelos arenosos, suelos, franco arenoso, franco y francos arcillosos hasta suelos degradados descartando los suelos pesados o llanos. Es excelente en terrenos con pendiente contribuyendo a la recuperación de la capa fértil del suelo en suelos degradados.

Temperaturas: Tiene un rango muy amplio desde 15 hasta 35 grados lográndose los mejores resultados en los rangos que se acerquen a los 35 grados centígrados. Este factor es muy importante ya que se necesitan altas temperaturas para garantizar una buena germinación de la semilla, también se estimula el periodo de floración en zonas con temperaturas bajas el periodo de floración se retrasa y ocurre una deficiente polinización.

Luminosidad: La planta de *Jatropha curcas* L. es muy exigente en cuanto a luminosidad, resiste la sombra pero no inicia la fase reproductiva.

Precipitaciones: Se adapta a condiciones de pocas precipitaciones hasta 200 mm y en condiciones de altas precipitaciones siempre que haya buen drenaje.

Humedad relativa: El cultivo de *Jatropha curcas* L. prefiere las condiciones que tengan una humedad relativa baja ya que con altas condiciones de humedad relativa dificultan el proceso de polinización de la planta y aumentan el ataque de enfermedades fungosas y bacteriales.

Tipos de siembra.

Por siembra directa: Consiste en depositar la semilla directamente en el suelo previamente preparado este tipo de siembra se debe de realizar cuando el invierno está establecido con lluvias regulares para evitar pérdidas de plántulas por sequías.

Raíz desnuda: Este tipo de siembra nos permite ahorrar los altos costos de bolsas y mano de obra, en este tipo de siembra las plantas primeramente pasan por un periodo de almácigos de 4 a 6 semanas con el inicio de las lluvias las plantas se arrancan de los almácigos y se trasladan al lugar definitivo en el campo las hojas se deben de podar para evitar deshidratación al momento del trasplante al mismo tiempo se deben de sumergir las raíces en fungicida mezclado con tierra para evitar ataques de enfermedades fungosas.

En bolsas: Con este tipo de siembra las semillas se siembran primero en bolsas, durando en ellas de 4 a 6 semanas para luego ser trasladadas al lugar definitivo.

Siembra por estacas: Las plantas provenientes de estacas son de menor tamaño y no poseen raíz pivotante esto les dificulta la búsqueda de agua en el suelo por lo tanto, el manejo de las estacas se realiza primeramente en los almácigos igual al sistema de raíz desnuda para inducirlos a enraizar. Una vez listos para su trasplante se realiza el sistema de siembra a raíz desnuda.

Preparación de suelo: La preparación de suelo se puede realizar de diferentes maneras entre estas tenemos:

Cero labranza: Esta se realiza donde las condiciones de suelo no nos permiten las labores mecanizadas por la inclinación del suelo y la excesiva presencia de piedras en esta solamente se hace el hoyo y se siembra la planta con el marco de siembra pre establecido.

Labranza mínima: Este tipo de preparación se orienta cuando se permite el trabajo con maquinaria y los suelos están bien compactados debido al excesivo pastoreo o en suelos degradados entonces se orienta la

rotulación con un subsolador, se rompe la capa compactada del suelo y se permite un buen desarrollo de la planta en su etapa inicial de cultivo.

Labranza convencional: Este tipo de preparación se recomienda cuando las condiciones de suelo nos permiten y cuando la siembra programada es por siembra directa.

Distancias de siembra: Las distancias de siembra son muy variables esto va a depender de la fertilidad del suelo, pendiente, precipitaciones etc. Pueden ser de 1*2, 1*3, 2*3, 3*3, 4*3 m y a tres bolillos. En cercas vivas se maneja una distancia entre plantas de 0.5 m.

Manejo de malezas: Esta labor es muy importante en los primeros meses de la plantación ya que puede reducir los rendimientos, se pueden usar métodos de control mecánicos y químicos.

Control mecánico: Control con chapodadora de tractor, desbrozadora y Socola con machete.

Cosecha: El momento apropiado para la recolección de los frutos es cuando este empieza a cambiar el color verde al color amarillo, una vez iniciada la cosecha se debe de estar cortando por el mismo lugar cada 4 días para evitar la caída de los frutos.