

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTO DE PODAS Y FERTILIZACIÓN SOBRE LA CURVA DE PRODUCCIÓN  
DE PIÑÓN (*Jatropha curcas*); FINCA SAN LUIS, RETALHULEU, RETALHULEU  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

**IGNACIO ALEXANDER DÍAZ LÓPEZ**  
CARNET 21438-08

ESCUINTLA, MARZO DE 2015  
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EFFECTO DE PODAS Y FERTILIZACIÓN SOBRE LA CURVA DE PRODUCCIÓN  
DE PIÑÓN (*Jatropha curcas*); FINCA SAN LUIS, RETALHULEU, RETALHULEU  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**IGNACIO ALEXANDER DÍAZ LÓPEZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, MARZO DE 2015  
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

LIC. JAIME ORLANDO BARRIOS DE LEON

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

DRA. MARÍA ANTONIETA ALFARO VILLATORO  
MGTR. LUIS AMÉRICO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ  
ING. LUIS GERARDO MOLINA MONTERROSO

Guatemala, 01 de marzo de 2015

Honorable Consejo de  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final de Práctica Profesional Supervisada del estudiante **Ignacio Alexander Díaz López**, quién se identifica con carné número **21438-08**, titulado "**Manejo de Podas y Fertilización para determinar la curva de producción en el Cultivo de Piñón (*Jatropha curcas* L.) en Finca San Luis, Retalhuleu, Retalhuleu**", el cual considero cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado. Así mismo asignarle la fecha para la defensa ante la terna evaluadora que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Jaime Orlando Barrios de León  
Ingeniero Agrónomo, M.Sc.  
Colegiado 4012




### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante IGNACIO ALEXANDER DÍAZ LÓPEZ, Carnet 21438-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0620-2015 de fecha 12 de marzo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFEECTO DE PODAS Y FERTILIZACIÓN SOBRE LA CURVA DE PRODUCCIÓN DE PIÑÓN (*Jatropha curcas*); FINCA SAN LUIS, RETALHULEU, RETALHULEU

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 24 días del mes de marzo del año 2015.

  
LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
, VICEDECANA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**Dios**, por darme el don de la vida, por ser mi guía y mi fortaleza y brindarme la sabiduría para alcanzar el éxito y salir adelante.

**Mis padres**, por darme a conocer el camino del bien y por su amor incomparable

**Mis hermanos**, por estar conmigo en las buenas y en las malas, y por el cariño de hermano que mutuamente nos hemos tenido.

**Mi familia**, por brindarme su cariño incondicional en todo momento, escuchar de ellos consejos para mi vida y la fraternidad familiar que hasta ahora tengo de ellos.

**Universidad Rafael Landivar y catedráticos**, por instruirme, aumentar mis conocimientos y sabiduría y sobre todo darme las herramientas necesarias para mi formación profesional.

**Mis compañeros de estudio**, por compartir cada momento y situaciones en el ámbito estudiantil y profesional y junto a ellos cumplir nuestras metas.

**Empresa Anfitriona**, SG Biofuels (Guatropa S.A.) por brindarme la oportunidad de desarrollar las Prácticas Supervisadas, contando con el apoyo de profesionales expertos en el ámbito; especialmente al Ing. Jorge Medrano y al Ing. Jaime Barrios por asesorarme en mi trabajo profesional de práctica.

## DEDICATORIA

**A**

**DIOS** Todopoderoso que me dio la vida, por ser el centro de mi vida espiritual.

**MIS PADRES** Carlos Díaz y María Eugenia López, a quienes quiero y respeto, mis guías y consejeros.

**MI ESPOSA** Carmen Sofía García de Díaz, por darme la oportunidad de compartir su vida conmigo, darme el amor incondicional y esperar el fruto de nuestro amor (nuestros hijos).

**MIS HERMANOS** Carlos Wilfredo, Nery Rocael y Carlos Denilson, por su cariño fraternal e incondicional.

**MIS TIOS (AS)** Por brindarme su cariño, especialmente a Amparo López y María Elena López por sus sabios consejos que me han ayudado a sobresalir.

**MIS ABUELITOS** A quienes tendré en mi mente y corazón (Q.E.P.D.), los recordaré siempre por sus enseñanzas y ejemplo de vida.

**USTED** Que lee y me permite transmitirle la presente información.

# ÍNDICE GENERAL

	Contenido	Página
	RESUMEN	i
	SUMARY	ii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	ANTECEDENTES	2
2.1	Revisión de Literatura	2
2.1.1.	Generalidades sobre el cultivo del piñón ( <i>Jatropha curcas L.</i> )	2
2.1.1.a.	Taxonomía	2
2.1.1.b.	Origen	2
2.1.1.c.	Nombre común en distintos países	2
2.1.1.d.	Distribución del piñón ( <i>Jatropha curcas L.</i> ) en Guatemala	3
2.1.1.e.	Morfología vegetal	3
2.1.1.f.	Proceso de germinación	6
2.1.1.g.	Hábitat	6
2.1.1.h.	Fenología	7
2.1.2.	Importancia del cultivo del piñón ( <i>Jatropha curcas L.</i> )	8
2.2.	Localización	9
2.3.	Descripción de la actividad de la empresa/organización	11
2.3.1.	Inversionistas y alianzas de talla mundial	12
2.3.2.	Ventaja de SG Biofuels	12
2.3.3.	Liderazgo en investigación y desarrollo	13
2.3.4.	Servicios agrícolas	13
2.3.5.	Reproducción	14
2.3.6.	Equipo de gerencia	14
2.3.7.	Equipo de ciencia y biotecnología	15
III	OBJETIVOS	16
3.1.	Objetivo general	16
3.2.	Objetivos específicos	16
IV	PLAN DE TRABAJO	17
4.1.	Descripción del área de trabajo	17
4.2.	Programa a desarrollar (actividades)	17
4.2.1.	Poda	18
4.2.2.	Fertilización	18
4.2.3.	Conteo de semillas	18
4.2.4.	Pesado de semillas	19
4.2.5.	Ingreso de datos y análisis estadístico	19
4.3.	Cronograma	20
4.4.	Metas propuestas	20
V	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
5.1.	Introducción	21
5.2.	Producción de semilla	21



5.2.1.	Determinación de la Curva de Producción	21
5.2.2.	Pesado de semillas	22
5.3.	Análisis Estadístico	23
5.4.	Discusión	24
VI	CONCLUSIONES	27
VII	METAS ALCANZADAS	28
VIII	RECOMENDACIONES	29
IX	BIBLIOGRAFÍA	30
X	ANEXOS	33

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Cronograma de actividades realizadas en Finca San Luis, Retalhuleu, Retalhuleu.	20
2	Colecta semanal promedio de semillas de acuerdo a las diferentes alturas de poda y niveles de fertilización en plantas de <b><i>Jatropha curcas</i> L.</b> , bloque Cabo Verde, San Luis Retalhuleu	21
3	Pesado de semillas de acuerdo a las diferentes alturas de poda y niveles de fertilización en plantas de <b><i>Jatropha curcas</i> L.</b> , bloque Cabo Verde, San Luis Retalhuleu.	22
4	Análisis de varianza para producción en número semillas de <b><i>Jatropha curcas</i> L.</b>	23
5	Prueba múltiple de medias para número de semillas según alturas de poda	23
6	Prueba múltiple de medias para niveles de fertilización	23

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1	Formación de la raíz en <i>Jatropha curcas</i> .	4
2	Hojas de <i>Jatropha curcas</i> .	4
3	Floración en planta de <i>Jatropha curcas</i> .	5
4	Desarrollo de frutos en planta de <i>Jatropha curcas</i> .	5
5	Semillas de <i>Jatropha curcas</i> .	6
6	Mapa del departamento de Retalhuleu identificando sus municipios.	10
7	Localización de Finca San Luis en la Zona 5 del municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu.	17
8	Curvas de producción en plantas de <i>Jatropha curcas</i> de acuerdo a diferentes alturas de podas y niveles de fertilización. Bloque Cabo Verde, San Luis Retalhuleu.	22
9	Poda a una altura de 60cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (80 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu.	33
10	Poda a una altura de 80cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (165 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu.	33
11	Poda a una altura de 150cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (80 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu.	34
12	Poda a una altura de 200cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (80 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu	34
13	Fertilización con 12-0-20 incorporado al suelo en las calles del bloque Cabo Verde de Finca San Luis, Retalhuleu.	35

14	Tapado del agujero luego de la fertilización con 12-0-20 incorporado al suelo en las calles del bloque Cabo Verde de Finca San Luis, Retalhuleu.	35
15	Agujeros en el suelo y tapados después de la fertilización con 12-0-20 incorporado al suelo en las calles del bloque Cabo Verde de Finca San Luis, Retalhuleu.	36
16	Longitudes de rama y número de floraciones producidas por cada tratamiento (poda) en plantas de Cabo Verde, Finca San Luis, Retalhuleu.	37
17	Partes morfológicas de la almendra de piñón ( <i>Jatropha curcas</i> L.): A- rama en floración, B- forma de la corteza, C- venación de la hoja, D- pistilo en la flor, E- flor estaminada, F- corte transversal en la fruta inmadura, G- frutos, H- corte longitudinal de la fruta.	38
18	Contenido de ácidos grasos presentes en el aceite de <b><i>Jatropha curcas</i></b> .	38
19	Análisis de suelo de Lote San Luis Cabo Verde (SLCV), San Luis Retalhuleu, Retalhuleu.	39

# EFFECTO DE PODAS Y FERTILIZACIÓN SOBRE LA CURVA DE PRODUCCIÓN DE PIÑÓN (*Jatropha curcas*); FINCA SAN LUIS, RETALHULEU, RETALHULEU

## RESUMEN

En este trabajo de práctica profesional se presentan resultados de un experimento realizado en el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.) el cual está siendo considerado como una alternativa en la producción de biodiesel, siguiendo la tendencia global de buscar fuentes de energías inofensivas y amigables con el ambiente. Con la ayuda de SG Biofuels y la representación de la empresa en Guatemala, Guatropa S.A., se evaluó la producción de *Jatropha curcas* L. basado en un experimento con diseño bifactorial, tomando en cuenta para el factor A las alturas de poda correspondiente a 60 cm, 80 cm, 150 cm y 200 cm respectivamente y para el factor B la fertilización o dosis normal correspondiente a  $400 \text{ kg.ha}^{-1}$  y el 25% de incremento a la dosis normal, correspondiente a  $500 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Se realizaron semanalmente colectas de semillas en cada uno de los tratamientos y se determinó mediante un análisis de varianza para ambos factores que existe una diferencia estadística significativa entre las alturas de poda (factor A), por lo que se realizó una prueba múltiple de medias (Tukey). Se comprobó que la poda a una altura de 200 cm sin tomar en cuenta el nivel de fertilización tiene mayor producción de semillas. Por otro lado el análisis de varianza demostró que existe una diferencia estadística significativa entre los niveles de fertilización (factor B), por lo que se realizó una prueba múltiple de medias (Tukey) donde se comprobó que el nivel con fertilización normal, independiente de la altura de poda tiene mayor producción. La curva de producción en esta evaluación fue determinada por el promedio de colecta semanal, extendiéndose la producción durante 11 semanas.

# EFFECT OF PRUNING AND FERTILIZATION ON THE CURVE OF PRODUCTION PIÑÓN (*Jatropha curcas*); SAN LUIS FARM, RETALHULEU, RETALHULEU

## SUMMARY

This professional practice work includes results from an experiment carried out in the production of physic nut (*Jatropha curcas* L.), which is considered an alternative in biodiesel production, in an attempt to follow the global trend that looks for inoffensive and environmentally-friendly energy sources. With the collaboration of SG Biofuels and its representative in Guatemala, Guatropa S.A., the production of *Jatropha curcas* L. was evaluated based on a bifactorial design experiment, considering pruning height for Factor A that correspond to 60 cm, 80 cm, 150 cm, and 200 cm, respectively, and for factor B, the fertilization and normal dose that corresponds to 400 kg.ha<sup>-1</sup> and 25% increase to the normal dose, that corresponds to 500 kg.ha<sup>-1</sup>. Weekly seed collections were carried out in each treatment and, through an analysis of variance, it was determined that there are significant statistical differences among the pruning heights (factor A) for both factors; therefore, a multiple comparison test (Tukey) was carried out. It was determined that the pruning at a height of 200 cm, without considering the fertilization level, results in a higher seed production. On the other hand, the analysis of variance demonstrated that there is significant statistical difference among the fertilization levels (factor B); thus, a multiple comparison test (Tukey) was carried out to prove that the normal fertilization level, regardless of the pruning height, has a higher production. The production curve in this evaluation was determined by the weekly collection average, extending the production for an 11-week period.

## I. INTRODUCCIÓN

El piñón (*Jatropha curcas* L.) es un arbusto no comestible nativo de Centroamérica. Sus semillas pueden contener hasta 35% de aceite que puede ser procesado para producir materia prima de alta calidad para uso de biocombustibles, combustible de avión o productos especializados, esto por medio de un proceso de transesterificación. Dado a que no es una materia prima comestible y puede ser cultivada efectivamente en tierras abandonadas, consideradas limitantes para cultivos de alimentos, no compite con la oferta global de alimentos. Inversiones y esfuerzos de colaboración entre gobiernos, agencias de investigación, empresas de energía, transporte y agroindustria alrededor del mundo están generando avances significativos por medio del mejoramiento genético, propagación, biotecnología y agronomía de esta especie, resultando en ganancias importantes en cuanto a la productividad y rentabilidad.

Durante la realización de la Práctica Profesional se evaluaron diferentes alturas de poda y niveles de fertilización en el cultivo de piñón. El desarrollo de estas labores permitió en su momento, cuantificar variables de respuesta, tales como la cantidad de semillas producidas por planta y el peso y forma de las mismas. Luego de la colecta semanal de semillas y de analizar la información, se obtuvo la curva de producción del cultivo en función de la altura de poda y los diferentes niveles de fertilización.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1.1. Generalidades sobre el cultivo del piñón (*Jatropha curcas* L.)

##### a. Taxonomía

A continuación se describe la taxonomía del piñón:

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
SubClase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	<i>Jatropha</i>
Especie:	<i>Jatropha curcas</i> L.

Son parientes cercanos del piñón, la higuera (*Ricinus comunis*), la yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y el árbol del hule (*Hevea brasiliensis*). (Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica, 2006).

##### b. Origen

Es una oleaginosa de porte arbustivo, con más de 3,500 especies agrupadas en 210 géneros. Es originaria de México y Centroamérica, pero crece en la mayoría de los países tropicales. Se cultiva en América Central, Sudamérica, Sureste de Asia, India y África. La palabra *Jatropha* proviene del griego *iatrós* que significa médico y *trophé* que significa alimento (Alfonso, 2008).

##### c. Nombre común en distintos países

*Jatropha curcas* recibe diferentes nombres, entre ellos: Coquito, capate, tempate, piñón, piñoncito, piñol, piñón botija, higos del duende, barbasco, piñones purgativos, higo de infierno, purga de fraile, tua tua, nuez delphysic, pinhao manso (Cultivos Energéticos SRL, 2007).



#### **d. Distribución del piñón (*Jatropha curcas* L.) en Guatemala**

Guatemala, cuenta con suficiente recurso suelo para la producción de *Jatropha curcas*, puesto que posee una capacidad para resistir en condiciones climatológicas extremas. Puede crecer en suelos pobres en nutrientes o soportar largas temporadas de escasez hídrica. Estos factores hacen que *Jatropha curcas* tenga un desarrollo amplio en su distribución en el territorio nacional. En Guatemala actualmente no se está propagando extensamente, apenas existen plantaciones experimentales utilizadas como desarrollo de investigación, y entidades privadas que están colectando información que es compartida a los demás productores (Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica, 2006).

#### **e. Morfología vegetal**

Es un arbusto o árbol pequeño de entre 2 a 6 metros de alto, con corteza blanco grisácea, caducifolio, fuste ramificado a baja altura y exuda un látex translúcido (Eguiluz, s.f.).

**Tallo:** Los tallos crecen con discontinuidad morfológica en cada incremento. Son monopódicos o simpódicos. La corteza es de color verde amarillenta, pálida y casi lisa, delgada como el papel, con desprendimientos con tiras horizontales. De las ramas se obtienen estacas para la reproducción asexual, además del tallo se extrae un látex que contiene *jatrophine*, el cual posee propiedades anti cancerígenas y para el control de hemorragias por heridas, también puede obtenerse una savia rojizo viscosa. Luego de 20 años el tallo puede alcanzar un grosor de 20 a 25 cm (Garcés, 2009; Eguiluz, s.f.).

**Raíz:** Normalmente se forman cinco raíces, una central y cuatro periféricas. En la raíz de una planta propagada por estacas, suele ser un filamento que se desprende de una de sus puntas, y que requiere de 30 a 45 días para anclarse bien al suelo. Contiene un aceite color amarillo con potente acción antihelmíntica, también es usado en tratamientos externos en úlceras. En la India ha sido utilizado como antídoto en mordeduras de serpientes. Por otro lado la cocción de hojas y raíces es útil para las

diarreas. A nivel de suelo contribuye al control de la erosión, mejora la captación y retención del agua (Cultivos Energéticos SRL, 2007; Erazo, 2012; Garcés, 2009).



**FIGURA 1.** Formación de la raíz en *Jatropha curcas* (Alfonso, 2008).

**Hojas:** Las hojas normalmente se forman con 4 a 7 lóbulos acuminados, poco profundos y grandes, con peciolo largo de 10 a 15 cm y de igual ancho. El haz (cara superior de la hoja) es verde, y el envés (parte posterior de la hoja) es verde claro con algunos pelillos finos. Algunos arbustos poseen hojas caducas. Sus peciolo son colocados de forma alterna a subalterna apuesta con una filotaxis en espiral los cuales se caen en época seca (Garcés, 2009; Eguiluz, s.f.).



**FIGURA 2.** Hojas de *Jatropha curcas* (Alfonso, 2008).

**Flores:** Las inflorescencias se forman terminalmente en el axial de las hojas en las ramas. La inflorescencia formada es en corimbo definido. Ambas flores, masculinas y femeninas, son pequeñas (6 a 8 mm), verdoso-amarillo en el diámetro y pubescente. Las flores femeninas son menos numerosas que las masculinas. Las flores masculinas

están constituidas de una cáliz con 5 sépalos, una corola campanulada con 5 pétalos y con el pedúnculo articulado. Cada inflorescencia rinde un manojo de aproximadamente 10-60 frutos ovoides (Cultivos Energéticos SRL, 2007; Erazo, 2010).



**FIGURA 3.** Floración en planta de *Jatropha curcas* (Alfonso, 2008).

**Frutos:** El desarrollo del fruto necesita 90 días desde la floración hasta que madura la semilla. Son cápsulas drupáceas y ovoides. Al inicio son carnosas pero dehiscentes cuando son secas. Las frutas son cápsulas inicialmente verdes pero se vuelven café oscuro o negro en el futuro. El fruto desde trilocular hasta pentalocular (divido en tres y cinco partes respectivamente) con una semilla en cada cavidad, formado por un pericarpio o cáscara dura y leñosa, indehiscente (que no se abre para que salga la semilla), hasta llegada la madurez (Alfonso, 2008).



**FIGURA 4.** Desarrollo de frutos en planta de *Jatropha curcas* (Alfonso, 2008).

**Semillas:** Las semillas provienen de los frutos, siendo estas cápsulas drupáceas y ovoides con una diámetro de 1.5 a 3 cm, están maduras cuando el fruto cambia de color del verde al amarillo. La fruta produce tres a cinco almendras negras, cada una de aproximadamente dos centímetros de largo y un centímetro de diámetro. La semilla es cosechada cuando la cápsula está madura y esta cambia de verde a amarillo, esto regularmente ocurre de dos a cuatro meses después de la polinización en la flor. Las semillas contienen aproximadamente de 50-60% de aceite, 30-32% de proteína y 60-66% de lípidos. La cascara o testa representa aproximadamente el 43% de la semilla (Biodiesel, 2005; Eguiluz, s.f.).



**FIGURA 5.** Semillas de *Jatropha curcas*  
(Alfonso, 2008)

#### **f. Proceso de germinación**

Colocada la semilla en un tubete, con el sustrato adecuado y con una buena humedad, la germinación toma 5 días. Se abre la cáscara de la semilla, sale la radícula y se forman cuatro raíces periféricas pequeñas. La germinación es epigea (cotiledones surgen sobre la tierra). Poco después que las primeras hojas se han formado, los cotiledones marchitan y se caen (FHIA, 2007).

#### **g. Hábitat**

No requiere de un tipo de suelo especial, se desarrolla normalmente en suelos áridos y semiáridos, responde bien a suelos con pH no neutros. La *Jatropha* crece casi en cualquier parte, incluso en las tierras cascajosas, arenosas y salinas, puede crecer en

la tierra pedregosa mas pobre, inclusive puede crecer en las hendeduras de las piedras. Climáticamente *Jatropha curcas* se encuentra en los trópicos y subtrópicos, resiste normalmente el calor aunque también soporta bajas temperaturas y hasta puede resistir una escarcha ligera. Su requerimiento de agua es sumamente bajo y puede soportar periodos largos de sequedad (Cultivos Energéticos SRL, 2007).

El tempate o piñón ha sido valorado o considerado por siglos como árbol de la cortina y cerca viva debido a que sus frutos venenosos ahuyentan el ganado, con lo que se asegura que las reses se permanezcan en los pastos, también posee características medicinales como purgativo y antiséptico, se ha utilizado también en la conservación de suelos. La siembra o plantación se pueden hacer en cualquier época del año, preferiblemente no en condiciones secas. Las densidades de plantación pueden ser 2,500, 1,600 y 1,111 plantas/ha, ello implica colocarlas a 2 x 2 m; 2.5 x 2.2 m y 3 x 3 m respectivamente. Se sugiere sembrar en forma de cuadro (Cultivos Energéticos SRL, 2007; Erazo, 2010).

#### **h. Fenología**

**Desarrollo vegetativo:** Una planta de 15 cm tiene ya las propiedades para trasplantarse al campo, el crecimiento es relativamente rápido. Es una planta perenne que resiste creciendo en suelos marginales, produciendo semillas por 50 años en promedio.

Es insensible a la luz del día. Sin embargo, se han logrado mejores producciones de frutos en los periodos de días largos entre los meses de junio a octubre. Además de que se ha observado una mayor presencia de agentes polinizadores y depredadores en las plantaciones en días soleados, lo cual colabora al incremento del rendimiento de frutos (Erazo, 2010).

**Fructificación:** El piñón da su primera fructificación a los ocho meses, normalmente la floración se da entre mayo y junio y la fructificación entre los meses de julio y octubre. Sin embargo puede producir varias cosechas durante el año si la humedad del suelo es buena y las temperaturas son suficientemente altas (Erazo, 2010).

**Maduración:** El fruto es tipo nuez, de color verde, luego se torna amarillo y madura, tomando un color marrón, dentro del mismo se encuentran tres semillas de color negro. A los ocho meses da su primera cosecha de 200-250 kg/ha, y luego de año y medio se efectúan dos cosechas anuales.

Sus semillas contienen altas cantidades de aceite que puede ser procesado para producir materia prima de alta calidad para uso en biocombustibles, combustible renovable para aviones o productos especializados. Dado a que no es una materia prima comestible y puede ser cultivada efectivamente en tierras abandonadas consideradas indeseables para cultivos de alimentos, no compite con la oferta global de alimentos.

Las primeras inversiones en *Jatropha* como un cultivo en fila estuvieron enfocadas en la siembra de cultivares que no habían pasado por ningún programa de mejoramiento genético. Los primeros productores se decepcionaron con los rendimientos y muchas plantaciones iniciales fallaron, por la poca atención que se prestó a la selección apropiada de germoplasma, mejores prácticas agronómicas o el establecimiento de una cadena de valor completa (Cultivos Energéticos SRL, 2007).

### **2.1.2. Importancia del cultivo del piñón (*Jatropha curcas* L.)**

El biodiesel producido con piñón se puede definir como un combustible 100% ecológico de origen natural que provee de una gran oportunidad de desarrollo para países como el nuestro, que son de raíces puramente agrarias, que brinda los requerimientos adecuados del suelo, humedad y clima suficientes para la implementación de este tipo de cultivos. *Jatropha curcas* es una planta que crece relativamente rápido y estabiliza la producción de frutos entre tres y seis años teniendo una longevidad de más de 30 años (Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica, 2006).

Hoy ha surgido una nueva era para la *Jatropha*, con la finalidad de aprovechar el potencial económico y ambiental del cultivo para generar energía renovable.

Inversiones y esfuerzos de colaboración entre gobiernos, agencias de investigación, empresas de energía, transporte y agroindustria alrededor del mundo están generando avances significativos por medio del mejoramiento genético, en la reproducción, biotecnología y agronomía, resultando en ganancias importantes en cuanto a la productividad y rentabilidad (Cultivos Energéticos SRL, 2007).

La *Jatropha* crece mejor en la región conocida como “El Cinturón de la *Jatropha*”, ubicada entre 30° N y 35° S. Esto incluye áreas tanto tropicales como subtropicales de Centro y Sur América, India, África y el Sureste Asiático. En estas regiones, millones de hectáreas de tierras marginales existen con adecuadas cantidades de precipitación y condiciones de tierra deseables para el cultivo de *Jatropha* (Cultivos Energéticos SRL, 2007).

Una vez cosechadas, las semillas de *Jatropha* son trituradas y el aceite que resulta puede ser procesado para producir biodiesel de alta calidad para un motor diesel estándar (estándares U.S. ASTM 6751 y E.U. EN14214) o puede ser usado para otras necesidades energéticas como aceite para calentar. El aceite de *Jatropha* producido por SG Biofuels ha sido evaluado independientemente por sus cualidades de biodiesel y se ha mostrado como una fuente limpia y estable de combustible para biodiesel, que cumple y excede las estrictas especificaciones europeas. También ha sido validada como la materia prima preferida para biocombustible para aviones, dada su estabilidad al oxidarse y desempeño en bajas temperaturas (Cultivos Energéticos SRL, 2007).

## **2.2. LOCALIZACIÓN**

El desarrollo de la práctica profesional se llevó a cabo en el municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu, y es uno de los 335 municipios de la República de Guatemala, y es también la cabecera departamental del departamento. Tiene una extensión de alrededor de 796 kilómetros cuadrados y dista de la ciudad capital a 180 kilómetros. Retalhuleu tiene una población de 86,596 personas, de acuerdo al censo nacional realizado en 2002. Cuenta con una ciudad, cinco aldeas y 13 caseríos y lo riegan 15 ríos, una laguna, 25 lagunetas, un canal y tres esteros (INE, 2002).

El municipio de Retalhuleu se encuentra situado en la parte este del departamento de Retalhuleu en la región VI o región sur-occidental, a 961 msnm. Se localiza en la latitud 14° 36' 00" y en la longitud 91° 39' 00", cuenta con un clima cálido, muy húmedo con vegetación de selva, caracterizado por dos estaciones: la estación seca, comprendida en los meses de diciembre a marzo; y la húmeda entre los meses de abril a noviembre (Sánchez, 2009).

El municipio de Retalhuleu se encuentra ubicado en tres zonas de vida identificadas y bien definidas: bs-S Bosque Seco Subtropical, bh-S(c) Bosque húmedo Subtropical (Cálido) y bmh-SC(c) Bosque muy húmedo Subtropical (Cálido). Posee temperaturas que oscilan entre 21.1 y 37.6 °C, con precipitación promedio anual de 2,890 mm y promedio mensual de 240.89 mm, con humedad promedio relativa de 71% (Sánchez, 2009).

Limita al norte con San Sebastián, San Felipe, Nuevo San Carlos, El Asintal (Retalhuleu), Génova y Coatepeque (Quetzaltenango), al sur con Champerico (Retalhuleu) y el Océano Pacífico, al este con Santa Cruz Muluá y San Andrés Villa Seca (Retalhuleu) y al oeste con Ocos (San Marcos) (Sánchez, 2009).



1. Retalhuleu
2. San Sebastián
3. Santa Cruz Muluá
4. San Martín Zapotitlán
5. San Felipe
6. San Andrés Villa Seca
7. Champerico
8. Nuevo San Carlos
9. El Asintal

**FIGURA 6.** Mapa del departamento de Retalhuleu identificando sus municipios (Sánchez, 2009).



## **2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA/ORGANIZACIÓN**

SG Biofuels es una empresa de cultivos para bioenergía, que está supliendo la demanda global por aceite vegetal sostenible usando mejoras y biotecnología para producir semillas híbridas élites de *Jatropha*. Con una plataforma completamente integrada, destacando un equipo de liderazgo y ciencia de talla mundial, el programa más avanzado de mejoramiento de cultivos de la industria y alianzas en toda la cadena de valor, SG Biofuels está convirtiendo las oportunidades de la *Jatropha* en una realidad.

SG Biofuels ha sido declarada una de las empresas Top 50 en Bioenergía por Biofuels Digest dos años consecutivos y una de las empresas cleantech emergentes Top 100 por Always On. Su plataforma de optimización de *Jatropha*, JMax™, fue nombrada el Proyecto de domesticación de materia prima del año 2010 por Biofuels Digest (SG Biofuels, 2012).

El programa de mejoramiento genético reproducción y mejoramiento de cultivos de la empresa incluye la colección más grande y diversa de material genético de *Jatropha* del mundo con más de 7,000 entradas únicas, probadas en un rango de condiciones climáticas y agronómicas. La colección incluye una amplia diversidad fenotípica, incluyendo rasgos que impactan el rendimiento y costos de los insumos.

SG Biofuels ha permitido la escala costo-efectiva de grandes plantaciones de *Jatropha*, mediante el desarrollo de una tecnología propia para la producción de semillas híbridas. Semillas híbridas resultan en mayor rendimiento, uniformidad y vigor mientras reducen significativamente los costos de manejo y despliegue (SG Biofuels, 2012).

La visión de la empresa viene de las semillas de la oportunidad: la oportunidad de proveer el mercado global de energía con una fuente sostenible y económicamente viable de aceite vegetal de alta calidad, que reduce las emisiones de carbono, preserva ecosistemas y tiene un impacto económico positivo en las comunidades locales (SG Biofuels, 2012).

### **2.3.1. Inversionistas y alianzas de talla mundial**

La plataforma completamente integrada de SG Biofuels está significativamente mejorada por inversiones por parte de Flint Hills Resources, una filial de Koch Industries, y Life Technologies Corporation (NASDAQ: LIFE), empresa global de herramientas biotecnológicas (SG Biofuels, 2012).

Flint Hills Resources, LLC: Líder experimentado en el procesamiento y manejo de petróleo, petroquímicos y productos derivados del etanol. Esta alianza es una muestra de la oportunidad global presentada por la *Jatropha* y ofrece la experiencia en procesamiento de un líder en petróleo, químicos y biocombustibles.

Life Technologies Corporation (NASDAQ: LIFE): Empresa global de herramientas biotecnológicas con ventas de US\$ 3,3 billones y más de 3,000 Ph.D.s a nivel mundial. Su inversión y alianza con SG Biofuels crea el programa genético de *Jatropha* más avanzado permitiendo la rápida introducción de nuevos rasgos comerciales enfocados hacia el aumento del rendimiento, la reducción de los costos de insumos y mayor rentabilidad. La alianza ha completado de manera exitosa la secuencia del genoma de la *Jatropha* (SG Biofuels, 2012).

### **2.3.2. Ventaja de SG Biofuels**

SG Biofuels está enfocada hacia la domesticación o mejoramiento genético de la *Jatropha*, y simultáneamente invierte en áreas esenciales para una cadena de comercialización exitosa. SG Biofuels provee una plataforma completamente integrada incluyendo el programa más avanzado de mejoramiento del cultivo en la industria y socios de clase mundial que complementan nuestras actividades y se relacionan con toda la cadena de valor, desde la producción hasta el procesamiento y distribución del aceite crudo de *Jatropha* (SG Biofuels, 2012).

### **2.3.3. Liderazgo en investigación y desarrollo**

Mediante un programa avanzado de mejoramiento genético, reproducción, biotecnología y agronomía, la introducción de la tecnología para la producción de semillas híbrida y la optimización regional de prácticas agronómicas, SG Biofuels está mejorando los rendimientos, reduciendo los costos de los insumos y aumentando la rentabilidad para los productores por todo el mundo. SG Biofuels ha desarrollado variedades élites de *Jatropha* con rendimientos proyectados de más de 100 por ciento al de las variedades comerciales existentes, resultando en aumentos en rentabilidad de más del 300 por ciento (SG Biofuels, 2012).

### **2.3.4. Servicios agrícolas**

Los servicios agrícolas de SG Biofuels combinan más de 100 años de experiencia en investigación en biología de plantas, más de un cuarto de siglo de experiencia en desarrollo de plantaciones, manejo y mejores prácticas agronómicas y la experiencia en procesamiento y recursos de algunas de las marcas más grandes y exitosas de la agroindustria para optimizar la rentabilidad de las plantaciones de *Jatropha* (SG Biofuels, 2012).

#### **Servicios disponibles incluyen:**

- Estudios de viabilidad de plantaciones
- Servicios de desarrollo y manejo de plantaciones
- Métodos de propagación
- Mejores prácticas agronómicas, incluyendo sistemas intercalados
- Control de pestes, plagas y malezas
- Irrigación, fertilización y podas
- Procesamiento de semillas, extracción y refinería de aceite crudo
- Acuerdos de compra

### **2.3.5. Reproducción**

En SG Biofuels, programas intensivos en selección y mejoramiento genético y reproducción están identificando y desarrollando las líneas más productivas y regionalmente adaptadas de nuestra colección de germoplasma. Mediante cruzamientos para combinar rasgos importantes y endogamia para mejorar la uniformidad, se han alcanzado avances significativos ya, incluyendo el desarrollo de JMax 100™, nuestro primer cultivar élite optimizado para Guatemala con rendimientos proyectados 100 por ciento mayores a las variedades existentes (SG Biofuels, 2012).

Por medio de la experiencia en pruebas de campo agronómicas, SG Biofuels se enfoca en un rango de temas relacionados a la reducción de costos de los insumos y aumentos de rentabilidad. Sus reproductores y agrónomos están tratando temas relacionados con plagas y enfermedades, a través del desarrollo de plantas resistentes a las pestes y patógenos y mejoras en la agronomía molecular que tiene en cuenta la estructura de la tierra y factores nutricionales. Adicionalmente se está explorando el uso de micro organismos que promueven el crecimiento de las plantas para mejorar la asimilación de nutrientes y combatir patógenos de bacterias y hongos (SG Biofuels, 2012).

Eficiencias en las cosechas también se están tratando mediante mejoras biológicas notablemente avances hacia mejor floración y hábitos de ramas que permitirán la implementación de sistemas automatizados de cosecha (SG Biofuels, 2012).

### **2.3.6. Equipo de gerencia**

El equipo de gerencia de SG Biofuels incluye veteranos en energía, petroquímicos, biotecnología y agroindustria, con resultados comprobados en proyectos agrícolas comunitarios y comerciales, y experiencia directa en empresas como Pioneer Hi-Bred de DuPont, Syngenta, Monsanto, Diversa y Dow Agro Sciences (SG Biofuels, 2012).

### **2.3.7. Equipo de ciencia y biotecnología**

El equipo de ciencia incluye más de 100 años de experiencia combinada en genética molecular de plantas y agronomía, incluyendo dos miembros de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, el honor más alto en la industria (SG Biofuels, 2012).

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. GENERAL**

Evaluar diferentes alturas de poda y niveles de fertilización para determinar la curva de producción en el cultivo de piñón (*Jatropha curcas*), en la empresa Guatropa S.A., finca San Luis, Retalhuleu, Retalhuleu.

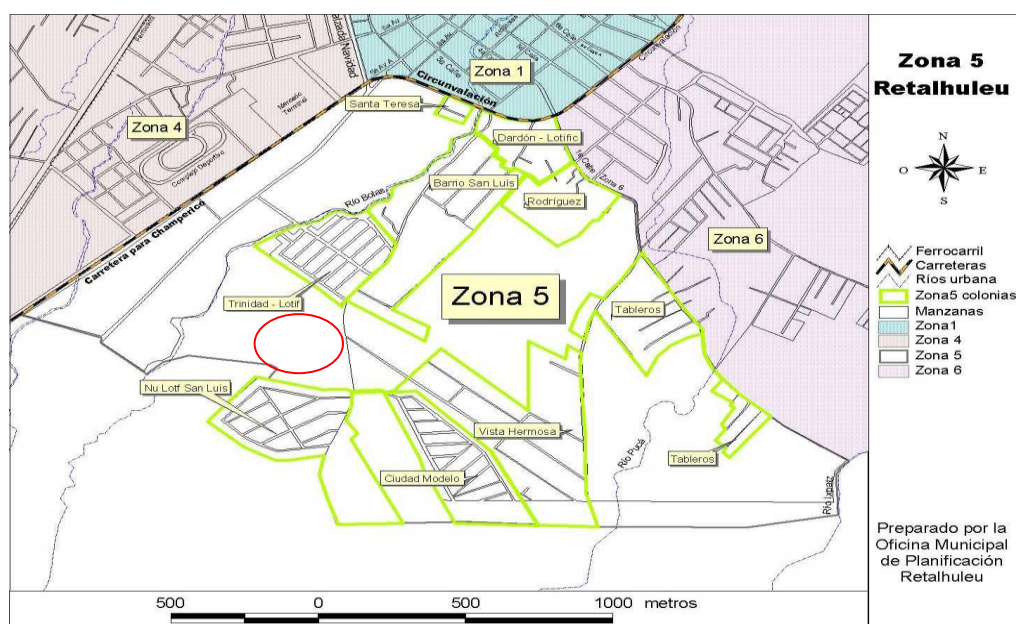
#### **3.2. ESPECIFICOS**

- Determinar el efecto de la altura de poda de piñón sobre la producción en número de semillas por planta.
- Determinar el efecto de la fertilización de piñón sobre la producción en número de semillas por planta.

## IV. PLAN DE TRABAJO

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La Finca San Luis se encuentra ubicada en el municipio de Retalhuleu, departamento del mismo nombre. Tiene como objetivo el mejoramiento genético y producción de semilla mejorada de piñón para fines de investigación. Específicamente la finca se encuentra ubicada en Lotificación San Luis, colindando con Lotificación La Trinidad en la zona 5 del municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu. La figura 7 muestra la localización de la finca.



**FIGURA 7.** Localización de Finca San Luis en la Zona 5 del municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu (Sánchez, 2009).

### 4.2. PROGRAMA A DESARROLLAR (ACTIVIDADES)

El primer paso fue el reconocimiento e identificación del área de cultivo, con el fin de establecer de manera adecuada la intervención en cada una de las actividades agronómicas a realizar. Por tal razón se describen las actividades que están directamente relacionadas con la Práctica Profesional desarrollada.

### **4.2.1 Poda**

El trabajo de poda se realizó en la semana 17 de edad de la planta (del 9 al 14 de abril de 2012), con plantaciones ya establecidas, las plantas cuentan con 6 años de edad. Dicho ensayo se realizó con un diseño experimental bifactorial combinatorio (alturas de poda y niveles de fertilización). El factor A lo compone las alturas de poda de 60 cm (poda 1), 80 cm (poda 2), 150 cm (poda 3) y 200 cm (poda 4), tomando como base el nivel del suelo y el factor B lo compone los dos diferentes niveles de fertilización: 400 kg.ha<sup>-1</sup> (fertilización 1) y 500 kg.ha<sup>-1</sup> (fertilización 2).

### **4.2.2. Fertilización**

La fertilización se realizó utilizando la dosis tradicional o recomendada con la fórmula 12-0-20 correspondiente a 400 kilogramos por hectárea (kg.ha<sup>-1</sup>) en uno de los dos bloques con los diferentes elementos del factor A (alturas de poda), y se calculó un incremento en la fertilización del 25%, correspondiente a 500 kilogramos por hectárea (kg.ha<sup>-1</sup>) para el otro bloque con los diferentes elementos del factor A (alturas de poda). Las fechas (semanas) de aplicación de fertilizante se describen en el Cuadro1 (Cronograma de actividades realizadas en Finca San Luis, Retalhuleu, Retalhuleu). Para determinar la dosis y el tipo de fertilizante a aplicar, se tomo en cuenta realizar análisis de suelos y mediante la interpretación de los mismos por el Ph.D. Joao Romero (asesor brasileño), mediante su programa de Nutrición de Suelo y Planta al Piñón. El análisis de suelo se muestra en la Figura 19 en anexos.

### **4.2.3. Cuento de semillas**

Pasadas 12 semanas desde la poda, se realizó semanalmente el conteo de semillas a cada una de las plantas de los diferentes tratamientos (factor A y factor B) para identificar la curva de producción durante la temporada de cosecha 2012. Los días de cosecha de la semilla fueron los mismos utilizados por la empresa actualmente (lunes, miércoles y viernes).



#### **4.2.4. Pesado de semillas**

Se tomaron en cuenta únicamente las semillas que reunieron las siguientes características (no vanas, vigorosas y sanas, por medio del tacto y la palpación), se pesaron todas aquellas semillas que estaban completamente secas según determinación visual. El método utilizado para obtener el peso de semillas fue el siguiente: se contaron 10 semillas y se anotó el peso, luego el peso de 25 semillas, lo cual se extrapoló a un peso de 100 semillas (Método establecido por Barrios & Juárez 2012), ver Cuadro 5 (Pesado de semillas de acuerdo a las diferentes alturas de poda y niveles de fertilización en plantas de *Jatropha curcas*, bloque Cabo Verde, San Luis Retalhuleu) en resultados.

#### **4.2.5. Ingreso de datos y análisis estadístico**

Se tomaron los valores obtenidos de cada planta de acuerdo los diferentes tratamientos evaluados (factor A y factor B), se realizó un análisis de varianza para el diseño experimental bifactorial, tomando como significativo el  $p < 0.05$ , se realizó una prueba de medias de Tukey debido a que se encontró significancia estadística entre los elementos del factor A y del factor B. La curva de producción se determinó en base a los promedios semanales de colecta.

### 4.3. CRONOGRAMA

El cronograma propuesto para la realización de actividades de la práctica profesional se determinó para una duración de 16 semanas, para lo cual se presenta el detalle de cada una de ellas a desarrollar en el cuadro 1.

#### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**CUADRO 1.** Cronograma de actividades realizadas en Finca San Luis, Retalhuleu, Retalhuleu.

Actividad	Julio				Agosto					Septiembre				Octubre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	
Fertilización	X				X				X								
Conteo de semillas			X	X	X	X	X	X	X	X							
Pesado de semillas												X	X				
Ingreso de datos y tabulación de resultados														X	X	X	X

(Díaz, 2012).

### 4.4. METAS PROPUESTAS

1. Determinar la curva de producción del cultivo en función de la altura de poda e insumos aplicados a través de la variable Número de semillas por planta.
2. Determinar el nivel adecuado de insumos aplicados (niveles de fertilización, fertilizante 12-0-20) de acuerdo a la altura de poda.

## V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Introducción

En la Finca San Luis del municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu donde se llevó a cabo la evaluación de cada uno de los factores de estudio (alturas de poda y niveles de fertilización) en el cultivo de Piñón, se anotaron y analizaron los datos obtenidos para la determinación de la curva de producción del cultivo. Al responder tanto a los objetivos como a las metas planteadas inicialmente, se realizó un análisis estadístico de los datos en donde detalladamente se presentan y discuten a continuación.

### 5.2. Producción de semilla

Variable dependiente: Producción (número de semillas)

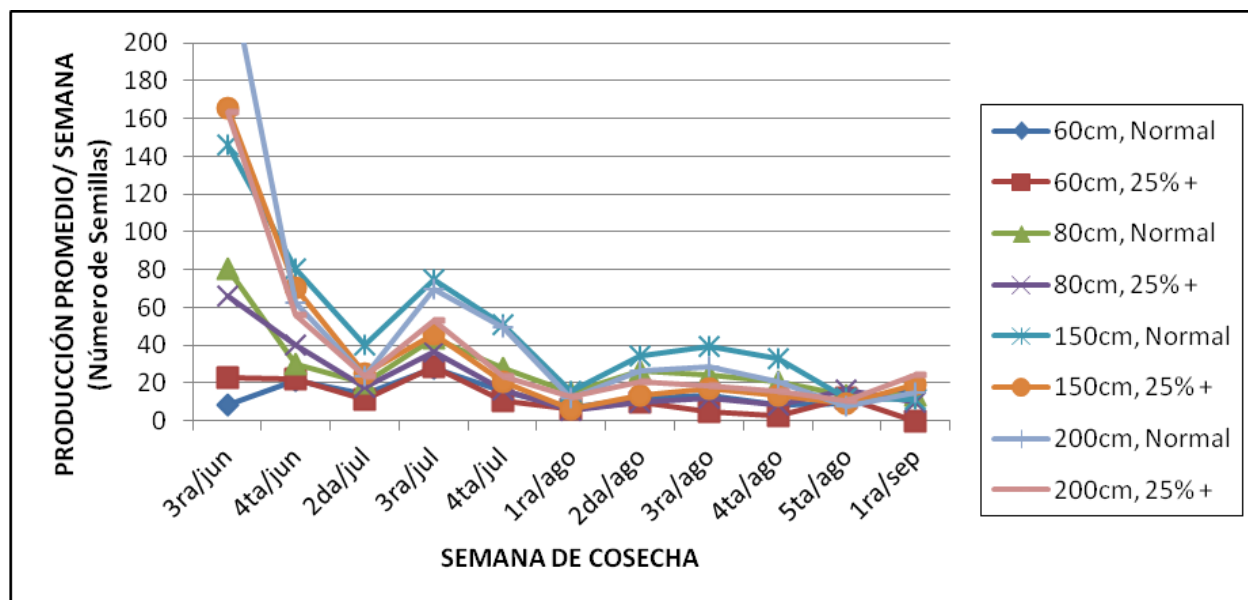
Factores: Fertilización (400 y 500 kg.ha<sup>-1</sup>) y Poda (60, 80, 150 y 200 cm)

#### 5.2.1. Determinación de la curva de producción.

**CUADRO 2.** Colecta semanal promedio de número semillas de acuerdo a las diferentes alturas de poda y niveles de fertilización en plantas de *Jatropha curcas*, bloque Cabo Verde, San Luis Retalhuleu.

ALTURA DE PODA	NIVEL DE FERTILIZACIÓN	Junio		Julio			Agosto				Sep.	
		3	4	2	3	4	1	2	3	4	5	1
COLECTA PROMEDIO SEMANAL ( NÚMERO DE SEMILLAS)												
60 cm	Normal	8	22	14	28	16	7	12	14	8	9	16
60 cm	25% +	23	22	11	29	10	6	10	5	3	12	0
80 cm	Normal	80	30	20	43	28	15	26	24	21	14	13
80 cm	25% +	66	40	18	37	16	6	10	12	8	16	10
150 cm	Normal	146	80	40	74	51	15	34	39	33	12	11
150 cm	25% +	165	70	25	46	21	6	13	17	14	9	19
200 cm	Normal	243	62	24	69	49	12	27	29	21	8	15
200 cm	25% +	164	56	23	53	23	12	21	18	16	11	24

(Díaz, 2012.)



**FIGURA 8.** Curvas de producción del número de semillas por planta de *Jatropha curcas* de acuerdo a diferentes alturas de podas y niveles de fertilización. Bloque Cabo Verde, San Luis Retalhuleu.  
**Fuente.** Díaz, I. 2012.

### 5.2.2. Pesado de semillas

**CUADRO 3.** Pesado de semillas de acuerdo a las diferentes alturas de poda y niveles de fertilización en plantas de *Jatropha curcas*, bloque Cabo Verde, San Luis Retalhuleu.

PLANTA	NÚMERO DE SEMILLAS	ALTURA DE PODA (cm)	NIVEL DE FERTILIZACIÓN	PESO DE SEMILLA (Gr)		
				10 SEMILLAS	25 SEMILLAS	100 SEMILLAS
1	10	60	Normal	8,10	14,40	45,90
2	10		25% +	7,30	18,00	71,80
3	10	80	Normal	7,80	13,60	60,00
4	10		25% +	7,1	18,00	72,5
5	10	150	Normal	7,8	20,80	85,8
6	10		25% +	8,7	21,10	83,3
7	10	200	Normal	8,4	19,90	77,4
8	10		25% +	8,8	22,00	88,2

(Díaz, 2012).

### 5.3. Análisis estadístico

**CUADRO 4.** Análisis de varianza para la producción en número de semillas de *Jatropha curcas* L.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	Significancia
EFECTOS PRINCIPALES						
A:FERTILIZACIÓN	1	1183420	1183420	21,7890	0,0000	*
B:PODAS	3	9739050	3246350	59,7716	0,0000	*
INTERACCIÓN	3	271048	90349,5	1,6635	0,1744	ns
RESIDUOS	388	21073200	54312,5			
TOTAL	395	32390000				

(Díaz, 2012).

**CUADRO 5.** Prueba múltiple de medias para número de semillas según alturas de poda.

PODAS	Casos	Media LS Número de semillas	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	81	70,1503	25,9607	a
2	161	204,055	18,4173	b
3	78	455,248	26,4566	c
4	76	473,32	26,8078	c

(Díaz, 2012).

**CUADRO 6.** Prueba múltiple de medias para niveles de fertilización.

FERTILIZACIÓN	Casos	Media LS de Número de semillas	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	200	245,517	16,9946	a
1	196	355,869	17,0611	b

(Díaz, 2012).

#### 5.4. Discusión

Las colectas semanales de semillas en el cuadro 2 y apoyado de la figura 8, muestran la curva de producción del cultivo en donde se concluye que a una altura de poda de 150 y 200 cm son las que producen mayor cantidad de semillas. Además se muestra que la mayor producción tiene una duración de cuatro semanas, cayendo significativamente en la quinta semana. La producción de semillas en piñón puede prolongarse durante diez a doce semanas, para luego realizar podas de formación y aclareo a una altura de 200 cm para su buen manejo en futuras cosechas (Alfonso y Reyes, 2009). Para aprovechar esta ventana de cuatro semanas de cosecha que el cultivo tiene, puede realizarse siembras escalonadas de piñón a cada cinco semanas con el objetivo de mantener una producción uniforme que cumpla con los parámetros de calidad.

De acuerdo a los datos que se muestran en el Cuadro 3, las semillas colectadas de las plantas a una altura de 200cm y con una dosis de  $500 \text{ kg.ha}^{-1}$  de fertilizante, correspondiente a la dosis 25% +, presentan mayor peso; por lo que se ve reflejado en mayor cantidad de aceites, principalmente oleicos y linoleicos (Ver Figura 18 en anexos).

De acuerdo al Andeva que se muestra en el cuadro 4, realizado en el programa computacional Statgraphics Centurión XV.I los datos obtenidos en campo, muestran que existe una diferencia estadística significativa tanto para las alturas de poda como para los niveles de fertilización, más no la interacción de ambos factores, esto con relación al número de semillas que la planta es capaz de producir.

El cuadro 5 muestra la prueba múltiple de medias (Tukey) realizada entre las alturas de poda, debido a que existe una diferencia estadística significativa entre las mismas, en el cuadro se nota que la poda a una altura de 60 cm difiere en producción a las diferentes podas (80, 150 y 200 cm). También se muestra que entre una poda a una altura de 150 y 200 cm no presentan significancia estadística y a su vez difieren en producción con

las demás (60 y 80 cm). Sin embargo Alfonso y Reyes (2009) en su publicación “Poda del cultivo del piñón (*Jatropha curcas L.*)”, indican que según con experiencias previas con la variedad Cabo Verde, no es conveniente realizar podas a alturas no mayores de 40cm, debido a que el espacio entre el corte y el suelo forma plantas con bifurcación alta. Pero tomando en cuenta que para la variedad Cabo Verde de Finca San Luis Retalhuleu se evaluaba la producción, es decir, la cantidad de semillas que cada planta era capaz de producir, se muestra que la mejor poda es a una altura de 200 cm.

Pruebas realizadas con otros materiales de *Jatropha curcas L.* muestran que podas a alturas de 40-60 cm la planta forma bifurcaciones y adquiere una arquitectura adecuada para que la planta estimule yemas laterales produciendo ramas, esto con fines de propagación vegetativa del cultivo (método vegetativo asexual por estacas). Por otro lado se demostró que realizando las podas a alturas entre 150-200 cm la planta adquiere mayor altura pero produce mayor cantidad de yemas florales lo que se convierten en frutos, esto con fines de producción de semillas, tanto para propagación sexual como para la industrialización de la misma.

De acuerdo a observaciones realizadas en *Jatropha curcas L.* donde se evaluó el número y niveles de floración que una planta es capaz de producir, se determinó que una planta de *Jatropha curcas L.* produce su primera floración a una altura promedio de 227 cm sin tomar en cuenta las diferentes alturas de poda, debido a esto una planta podada a una altura de 200 cm genera mayor número de floraciones y por tanto una mayor producción en semillas, ver Figura 16 en anexos (Díaz, I. 2012). En contraste con lo anterior, Alfonso y Reyes (2009) también indican que una poda a 200 cm se debe realizar después de la cosecha, con el objetivo de mantenerlas a una altura adecuada y favorecer la cosecha, además de darle forma, ventilación, entrada de luz e incentivar a las ramas a producir más brotes laterales y yemas florales.

En el cuadro 6 se muestra la prueba múltiple de medias (Tukey) realizada para el número de semillas por efecto de los niveles de fertilización debido a que los mismos presentan diferencia estadística significativa, donde se aprecia que ambos niveles

difieren y que el nivel adecuado de aplicación de insumos (fertilización) no precisamente es el incremento en porcentaje (%) a la dosis normal ( $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), ya que según resultados obtenidos indica que con una fertilización normal ( $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) se tiene una producción de semillas de 1564 y con el incremento del 25% más a la dosis normal de aplicación ( $500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), la producción es de 1194 semillas. Jongschaap et al., (2007) menciona que la fertilización es de vital importancia para el piñón teniendo en cuenta la adecuada aplicación de agua y el buen manejo de podas para darle arquitectura a una planta con fines de producción. La fertilización está altamente correlacionada con la floración y fructificación de una planta, el equilibrio en la misma se debe de hacer entre el potasio (K), fósforo (P) y nitrógeno (N) siendo este último un estimulante en las hormonas de crecimiento para la ramificación. Por otra parte no tiene sentido una buena fertilización sino no se cuenta con agua para la mejor disponibilidad de los nutrientes y sobretodo en el caso de los elementos poco movibles.

Esto indica que la fertilización con la dosis normal ( $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) es la adecuada, es decir, que satisface los requerimientos necesarios del cultivo y que por el contrario con el nivel de fertilización al 25% de incremento a la dosis normal ( $500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) provoca que los nutrientes aplicados tomen el principio de la Ley de los rendimientos decrecientes, que explica que la producción se verá afectada a medida que se adicione una unidad extra de determinado insumo, hasta el punto en que la producción cae sin importar cuanto más del insumo se agregue.



## VI.CONCLUSIÓN

De acuerdo a los datos analizados bajo las condiciones del experimento en estudio, se concluye que tomando en consideración las alturas de poda (factor A) y los niveles de fertilización (factor B), el tratamiento que presenta mayor producción en número de semillas por planta corresponde a una poda a 200 cm con una fertilización normal o dosis recomendada equivalente a  $400 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

## VII. METAS ALCANZADAS

1. Se determinó en la curva de producción del cultivo que la altura de poda a 200 cm en función de insumos aplicados (fertilización), es la más productiva (979 semillas).
2. Se concluye en este estudio que el nivel adecuado de insumos aplicados (fertilización) es con una dosis normal ( $400 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), debido a que produce 1594 semillas por hectárea comparado con el incremento del 25% a la fertilización ( $500 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) que produce 1194 semillas por hectárea.

## VIII. RECOMENDACIONES

Para evaluaciones futuras elaborar un diseño experimental bifactorial en parcelas divididas, en donde se tenga un mejor control, distribución y homogenización de datos para que el análisis de los mismos sea más confiable. Se propone evaluar alturas de poda de 60, 100, 150 y 200 cm para que exista diferencia en las alturas de poda; y evaluar el decremento en la dosis normal, la misma dosis normal y el incremento a esa dosis normal, es decir tres niveles diferentes de fertilización, con el objetivo de evaluar costos y realizar un análisis económico de cada tratamiento en estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el análisis de suelo, se debe de considerar en el plan de fertilización el elemento fósforo, dentro de la formulación del mismo o agregarlo en alguna de sus diferentes modalidades por separado ya que el mismo refleja que existe un contenido por debajo del nivel adecuado del elemento en mención. Esto podría ser el contraste del exceso de hierro que tiene el suelo, el cual forma fosfatos de hierro que regularmente son lixiviados. Además hay que hacer notar que este elemento está directamente relacionado con la floración y fructificación de la planta, además de ayudar en la calidad y cantidad de semilla producida, formando parte esencial en el proceso fotosintético de la planta.

Con el pericarpio que se elimina luego de despulpar el fruto y extraer la semilla, se recomienda realizar una "Torta de semillas". Se trata de un importante potencial de biomasa, esta es transferida al campo de cultivo para abono. Alternativamente, puede ser fermentado para la producción de biogás, esta libera más energía que el estiércol de ganado, la torta de semillas también se puede convertir en estufa para el consumo doméstico o industrial. Además se puede utilizar como sustrato para la producción industrial de enzimas como las proteasas y lipasas (Sharma et al. 2008).

## IX.BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, J. (2008). Manual para el cultivo de Piñón (*Jatropha curcas*) en Honduras. Cortés, Honduras. 30p.
- Alfonso, J., Reyes, P. P. (2009). Poda del Cultivo del Piñón (*Jatropha curcas*), proyecto Gota Verde. Centro de Comunicación Agrícola de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 15p.
- Alianza en energía y ambiente con Centroamérica, GT. (2006). *Jatropha curcas* L. su expansión agrícola para la producción de aceites vegetales con fines de comercialización energética (en línea). Guatemala. Consultado 05 may 2012. disponible en [http://www.eep-ca.org/forums/documents/forovii/jatropha\\_asturias.pdf](http://www.eep-ca.org/forums/documents/forovii/jatropha_asturias.pdf)
- Biodiesel, AR. (2005). Cultivos energéticos. (en línea) Argentina. Consultado 05 may 2012. Disponible en <http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/semillas.php?PHPSESSID=0d16c3d85834b6>
- Cultivos energéticos SRL, AR. (2007). Ficha técnica de la *Jatropha curcas*. (en línea). Argentina. Consultado 13 feb. 2012. Disponible en [http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/docs/ficha\\_tecnica\\_200807.pdf](http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/docs/ficha_tecnica_200807.pdf)
- Eguiluz, T. (s.f.). Genética Forestal, Ficha técnica de la *Jatropha curcas*. Puebla, México. 8p.
- Erazo, J.D. (2010). Manuel Técnico del Cultivo de Tempate (*Jatropha curcas*) para producción de aceite. El Salvador. 80p.

Falasca, S. L., Ulberich, A. (2008). Potencialidad bioenergética sudamericana a partir de forestaciones con *Jatropha* sp. (*J. curcas*, *hieronymi* y *macrocarpa*). Revista virtual. Argentina. Consultado 26 ene. 2014. Disponible en [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1995-10782008000200007&script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1995-10782008000200007&script=sci_arttext)

FHIA, (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). HN. (2007). Propagación de piñón. (en línea) Honduras. Consultado 10 may. 2012. Disponible en <http://www.fhia.org.hn/>

Garcés, G. P. (2009). Pontificia Universidad del Ecuador Sede Ibarra. Recuperado el 2012, de Pontificia Universidad del Ecuador Sede Ibarra: <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/25-38.pdf>

INE, Instituto Nacional de Estadística. (2002). Censo poblacional de Guatemala 2002. (en línea). Guatemala, Guatemala. Consultado 15 mar. 2012. Disponible en <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/index.htm>

Jongschaap, R. E. E., Corre´, W. J., Bindraban, P. S. and Brandenburg, W. A. (2007). Claims and facts on *Jatropha curcas* L. Plant Research International B.V., Wageningen, The Netherlands. Consultado 12 may. 2012. Disponible en [http://www.fact-fuels.org/media\\_en/Claims\\_%20and%20Facts\\_on\\_Jatropha\\_-\\_WUR?session%20=%20isgsklbna58j7grfst888n5r7](http://www.fact-fuels.org/media_en/Claims_%20and%20Facts_on_Jatropha_-_WUR?session%20=%20isgsklbna58j7grfst888n5r7)

Openshaw, K. (2000). A review of *Jatropha curcas*: An oil plant of unfulfilled promise. Biomass and Bioenergy. 19 p.

Sánchez, M.M. (2009). Monografía del municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu. Tesis Licda. En Pedagogía y Administración Educativa. Guatemala, Guatemala. USAC. 226p.

SG Biofuels, GUA. (2012). Descripción de las actividades de la empresa (en línea). Guatemala. Consultado 14 abr. 2012. Disponible en <http://www.sgbiofuels.com>

Sharma, D. K., Pandey, A. K. and Lata (2008). Use of *Jatropha curcas* hull biomass for bioactive compost production. *Biomass and Bioenergy* 33 p.

Stathgrafics Centurion (n.d.), (descarga). Guatemala, Guatemala. Consultado 18 ago. 2012. Disponible en <http://www.statgraphics.com/downloads.htm>

Vásquez, M. (2010). Establecimiento y organización de productores para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 126 p.

Wikiguate. (2012). Retalhuleu (municipio). (en línea). Guatemala, Guatemala. Consultado 15 mar. 2012. Disponible en [http://wikiguate.com.gt/wiki/Retalhuleu\\_\(municipio\)](http://wikiguate.com.gt/wiki/Retalhuleu_(municipio))

## X. ANEXOS



**FIGURA 9.** Poda a una altura de 60cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (80 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu. (Díaz, 2012.)



**FIGURA 10.** Poda a una altura de 80cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (165 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu. (Díaz, 2012.)



**FIGURA 11.** Poda a una altura de 150cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (80 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu. (Díaz, 2012)



**FIGURA 12.** Poda a una altura de 200cm en una planta de piñón del bloque Cabo Verde (80 plantas de 6 años de edad), en Finca San Luis, Retalhuleu. (Díaz, 2012.)





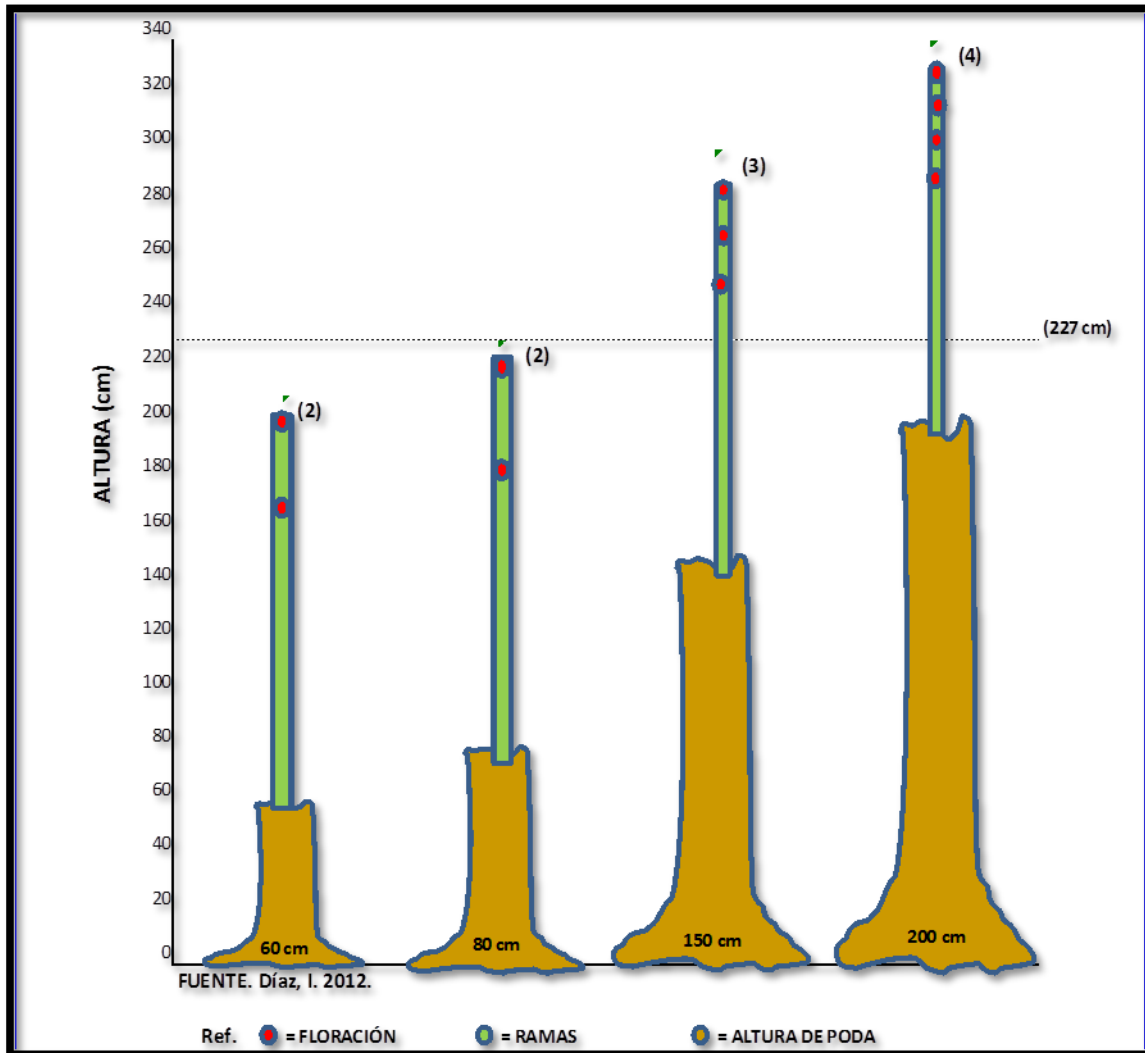
**FIGURA 13.** Fertilización con 12-0-20 incorporado al suelo en las calles del bloque Cabo Verde de Finca San Luis, Retalhuleu. (Díaz, 2012)



**FIGURA 14.** Tapado del agujero luego de la fertilización con 12-0-20 incorporado al suelo en las calles del bloque Cabo Verde de Finca San Luis, Retalhuleu. (Díaz, 2012)



**FIGURA 15.** Agujeros en el suelo y tapados después de la fertilización con 12-0-20 incorporado al suelo en las calles del bloque Cabo Verde de Finca San Luis, Retalhuleu.  
(Díaz, 2012)



**FIGURA 16.** Longitudes de rama y número de floraciones producidas por cada tratamiento (poda) en plantas de Cabo Verde, Finca San Luis, Retalhuleu. (Díaz, 2012)



**FIGURA 17.** Partes morfológicas de la almendra de piñón (*Jatropha curcas* L.): A- rama en floración, B- forma de la corteza, C- venación de la hoja, D- pistilo en la flor, E- flor estaminada, F- corte transversal en la fruta inmadura, G- frutos, H- corte longitudinal de la fruta. (Alfonso, J. 2008).

ácidos grasos	%
araquídico	0.25
behenico	0.06
esteárico	7.84
gadoleico	0.07
<b>linoleico</b>	<b>28.90</b>
linolénico	0.24
margárico	0.12
margaroleico	0.06
mirístico	0.06
oleico	47.66
palmitico	14.24
palmitoleico	0.95

**FIGURA 18.** Contenido de ácidos grasos presentes en el aceite de *Jatropha curcas*. (Falasca, S. L., Ulberich, A. 2008).

ORDEN: 19 - 639 ANÁLISIS: AS-3 AS-13 AS-11  
 PROPIETARIO: GUATROPHA,  
 FINCA: SAN LUIS  
 LOCALIZACIÓN: RETALHULEU RETALHULEU  
 ENTREGA: Otro método de entrega.  
 CULTIVO: CAFE



Fecha de Ingreso: 05/01/2012 Fecha de Entrega: 02/02/2012 Informe de Resultados de Análisis de Suelos

No.	Identificación de la Muestra	mg/L														%		Cmol/L
		pH	Boro	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Aluminio	Cobre	*Al	Hierro	Manganeso	Zinc	M.O.	Sodio		
	Niveles Adecuados -->	5.5-6.5	1-5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	10-100	0-0.99	0.1-2.5	0.3-1.5	2.5-16	1-12	0.2-2	3-6	0-0.43		
3597	LOTE SLCV 0-20 CMS.	6.20	0.44	11.60	0.32	8.44	1.74	7.00	0.04	1.88	0.08	51.40	2.20	1.45	10.00	0.11		
3598	LOTE SLCV 20-40 CMS.	6.30	0.33	2.93	0.27	6.20	1.32	6.77	0.04	1.40	0.07	53.60	1.70	0.59	8.71	0.10		
3599	LOTE SLFO 0-20 CMS.	5.90	0.45	7.20	0.40	5.68	1.08	5.81	0.08	2.30	0.12	75.20	3.98	1.27	7.90	0.12		
3600	LOTE SLFO 20-40 CMS.	6.10	0.33	4.04	0.22	6.48	1.35	8.44	0.04	1.07	0.07	74.30	2.53	0.20	7.92	0.13		
3601	LOTE SL PROVIDENCIAS 0-20 CMS.	6.20	0.54	6.58	0.16	6.50	1.28	7.52	0.06	0.54	0.09	63.60	2.26	0.20	8.95	0.10		
3602	LOTE SL PROVIDENCIAS 20-40 CMS.	6.40	0.37	2.37	0.14	5.95	1.07	5.97	0.03	0.49	0.06	57.30	1.88	0.20	9.87	0.11		
3603	LOTE GEMINI BLOQUE 1 0-20 CMS.	6.60	0.63	8.43	0.51	11.20	3.80	5.22	0.02	4.08	0.03	38.00	73.00	0.59	2.11	0.12		
3604	LOTE GEMINI BLOQUE 1 20-40 CMS.	6.90	0.48	5.22	0.49	9.55	2.96	6.03	0.02	1.64	0.03	252.00	86.80	0.20	3.20	0.13		
3605	LOTE GEMINI BLOQUE 2 0-20 CMS.	6.90	0.47	6.60	0.37	10.39	3.75	5.30	0.02	1.68	0.03	24.90	46.40	0.20	1.67	0.15		
3606	LOTE GEMINI BLOQUE 2 20-40 CMS.	7.10	0.65	6.58	0.51	11.39	3.51	6.96	0.02	1.34	0.03	36.20	53.30	0.22	2.31	0.20		
3607	LOTE GEMINI BLOQUE 3 0-20 CMS.	6.80	1.39	6.59	0.89	10.09	2.94	8.73	0.02	1.85	0.04	30.10	76.00	1.35	2.22	0.13		
3608	LOTE GEMINI BLOQUE 3 20-40 CMS.	7.00	0.72	3.95	0.57	8.17	2.48	3.31	0.02	1.85	0.03	37.20	64.90	0.73	2.79	0.12		
3609	LOTE VV PROCEDENCIAS 0-20 CMS.	6.80	0.71	4.63	0.24	9.27	3.11	4.06	0.02	0.34	0.03	33.00	80.60	0.20	2.83	0.14		
3610	LOTE VV PROCEDENCIAS 20-40 CMS.	7.00	0.46	4.91	0.15	9.78	2.83	6.24	0.02	8.74	0.03	19.30	52.40	1.13	1.17	0.13		
3611	LOTE VV INBREEDING 0-20 CMS.	6.50	0.76	4.75	0.39	8.05	2.81	6.79	0.02	0.58	0.03	37.20	66.30	0.68	1.46	0.12		
3612	LOTE VV INBREEDING 20-40 CMS.	6.70	0.66	2.99	0.27	9.24	2.95	8.54	0.02	3.18	0.04	32.70	51.30	0.70	2.55	0.13		
3613	LOTE VV HIBRIDOS 0-20 CMS.	6.50	0.69	4.68	0.50	8.72	3.02	34.01	0.02	16.10	0.04	22.50	53.00	1.55	2.48	0.13		
3614	LOTE VV HIBRIDOS 20-40 CMS.	6.90	0.37	4.23	0.28	7.73	2.56	9.53	0.03	4.96	0.03	21.00	46.90	1.00	1.94	0.13		
3615	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 1 0-20 CMS.	6.90	0.83	5.26	0.59	10.78	3.53	1.84	0.02	4.90	0.04	29.80	77.80	1.22	1.28	0.12		
3616	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 1 20-40 CMS.	7.10	0.32	4.87	0.20	11.16	3.09	4.23	0.02	2.54	0.04	20.40	59.00	0.96	1.91	0.14		
3617	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 1 40-60 CMS.	7.30	0.81	7.84	0.10	10.39	2.73	8.26	0.02	2.26	0.03	12.40	42.50	8.44	2.85	0.16		
3618	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 1 60-80 CMS.	7.50	0.27	6.30	0.10	9.34	2.33	11.16	0.02	3.78	0.03	7.46	26.40	2.92	1.76	0.16		
3619	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 1 80-100 CMS.	7.50	0.41	10.06	0.10	9.56	2.39	12.96	0.02	0.40	0.03	7.16	26.10	0.20	1.96	0.16		
3620	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 2 0-20 CMS.	7.00	0.46	6.40	0.11	10.16	3.71	4.30	0.02	0.44	0.04	41.80	54.90	0.20	1.54	0.18		
3621	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 2 20-40 CMS.	7.20	0.15	5.71	0.10	8.96	4.00	2.07	0.02	1.67	0.03	14.40	25.70	0.20	2.38	0.35		
3622	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 2 40-60 CMS.	6.70	0.16	3.43	0.10	12.28	5.30	6.58	0.04	1.40	0.05	19.00	9.98	0.20	2.20	0.54		
3623	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 2 60-80 CMS.	6.20	0.25	2.85	0.10	12.34	5.60	15.78	0.06	1.24	0.09	8.95	4.01	0.35	2.53	0.66		
3624	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 2 80-100 CMS.	5.80	0.46	3.00	0.10	11.83	5.60	19.72	0.13	1.04	0.21	10.75	4.08	0.85	1.76	0.68		
3625	LOTE GEMINI CALICATA BLOQUE 3 0-20 CMS.	6.90	0.87	7.60	0.68	9.86	2.90	2.98	0.02	4.32	0.04	29.70	56.90	2.48	1.71	0.20		

\*AL= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)

\*M.O.= Materia Orgánica

\*C.S.=Concentración de sales

**FIGURA 19.** Análisis de suelo de Lote San Luis Cabo Verde (SLCV), San Luis Retalhuleu, Retalhuleu. (Analab, Anacafe. 2012).