

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



EDGAR HORACIO GÓMEZ MONZÓN

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

DR. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Ana Isabel Fión Ruano
VOCAL QUINTO	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, MARZO DE 2013

Guatemala, Marzo de 2013

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: Evaluación del efecto del ácido indolbutírico en estacas de diferente longitud de *Jatropha curcas* L., en Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, Guatemala, C.A. Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS”

EDGAR HORACIO GÓMEZ MONZÓN

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS

Creador y señor de todas las cosas.

MIS PADRES

Inocente Gómez y Roberta Monzón quienes con sus sabias enseñanzas, me han indicado el camino que debo seguir como una recompensa a los grandes esfuerzos realizados con el propósito de alcanzar mis metas.

MIS ABUELOS

Inocente Gómez (QPD), Sabina Ortiz (QPD), Teodoro Monzón (QPD) y Justina Paniagua (QPD) quienes buscaron siempre la conservación de los valores morales y espirituales y con ello fomentaron en mí el amor a la honradez.

MIS HERMANOS

Banner, Aracely, Jorge, Edilberto, Maritza y Marleny Gómez Monzón, quienes siempre me han apoyado en todos mis proyectos.

MI FAMILIA

Quienes siempre han sido los primeros en tenderme la mano cuando más lo necesito.

MI NOVIA

Ana Lucrecia Gómez López quien siempre ha estado a mi lado, no importando los errores, que como todo ser humano, he cometido y por el contrario, ha sido mi consuelo en mis momentos difíciles.

MIS AMIGOS

Más que mis amigos, mis hermanos compañeros de esta gran familia, que se llama Facultad de Agronomía y a mis paisanos, a quienes deseo servir con mucha honradez y calidad.

USTED

principalmente porque ha dedicado parte de su tiempo, para acompañarme en estos momentos de júbilo y con mis mejores deseos de que este trabajo le sea de utilidad.

TESIS QUE DEDICO

A

- Mi País Guatemala, a su gente y principalmente a sus agricultores, quienes son actores principales en sus afanes de dejar a nuestros hijos un país más próspero y más humano.
- Mi Universidad Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, quien me proporcionó las herramientas para ser un profesional de gran éxito y calidad.
- Mi Facultad La gloriosa Facultad de Agronomía, lugar donde aprendí el verdadero sentido de la valentía, alegría y amistad. Así como también a su personal, con quienes me unen fuertes vínculos de fraternidad.
- Finca Sabana Grande y principalmente a su personal, quienes siempre me tendieron la mano de forma incondicional para que mis investigaciones y proyectos salieran de la mejor manera.
- Mi Colegio Bicentenario Colegio San José de los Infantes, lugar donde obtuve mi primer título y que me inculcó un inmenso amor y respeto al prójimo.
- Mi Instituto Instituto Básico por Cooperativa de Palencia, lugar donde empecé a entender lo desconocido al haberme encontrado lejos de mi familia y de la tierra que me vio nacer.
- Mi Escuela Escuela Oficial Rural Mixta No. 772 de la aldea Sanguayabá, Palencia, Guatemala. Por quien tengo especial cariño por haber sido el lugar en donde aprendí mis primeras letras, principalmente a seño Lucy Salguero, quien en segundo grado de primaria me enseñó a tener la meta de ser el mejor, y aunque no lo haya conseguido siempre, esto me impulsó a proponerme a alcanzar los más altos anhelos.

AGRADECIMIENTOS

A

Mis Asesores, principalmente a mi supervisor Ing. Fernando Rodríguez quien a dedicado incontables horas de su tiempo con el propósito de que todos los informes escritos fueran presentados en forma correcta.

Mi asesor Ing. Domingo Amador (QPD) quien fue una mano amiga que me instruyó para que tomara los proyectos más beneficiosos para la investigación.

Ing. Marco Antonio Estrada quien me dio las herramientas necesarias para que mi documento de investigación, llenara la calidad requerida y quien gustosamente aceptara asesorarme a la hora de encontrarme sin un asesor.

No alcanzaría esta página para mencionar a tanto profesional, trabajador, compañeros y paisanos que colaboraron conmigo en forma desinteresada para que yo viera cumplidos mis sueños de ser un exitoso profesional de las Ciencias Agrícolas.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO I	
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA UNIDAD DOCENTE Y PRODUCTIVA, FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.	1
1.1 Introducción	2
1.2 Marco referencial	4
1.2.1 Antecedentes	4
1.2.2 Características del área	5
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
1.4 Metodología	11
1.4.1 Recopilación de información primaria	11
1.4.2 Recopilación de información secundaria	11
1.4.3 Análisis de la información	12
1.5 Resultados y discusión	13
1.5.1 Caña de azúcar	13
1.5.2 Café	16
1.5.3 Problemas de los sistemas de cultivo de caña y café	21
1.6 Conclusiones	24
1.7 Recomendaciones	25
1.8 Bibliografía.	26
1.9 Anexos	28
EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN ESTACAS DE DIFERENTE LONGITUD DE <i>Jatropha curcas</i> L., EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.	33
2.1 Introducción	34
2.2 Marco conceptual	35
2.2.1 Clasificación botánica del piñón (<i>Jatropha curcas</i> L.)	35
2.2.2 Propiedades de la semilla de <i>Jatropha curcas</i> L.	35
2.2.3 Producción de <i>Jatropha curcas</i> L.	35
2.2.4 Descripción anatómica y morfológica de la <i>Jatropha curcas</i> L.	36
2.2.5 Desarrollo anatómico de raíces	37
2.2.6 Bases fisiológicas de la iniciación de la raíz en las estacas	38
2.2.7 Condiciones ambientales durante el enraizamiento	39
2.2.8 Medio de enraizamiento	40
2.2.8.1 Selección del material vegetal para las estacas	40
2.2.9 Propagación por estacas de <i>Jatropha curcas</i> L.	42
2.3 Objetivos	45
2.3.1 Objetivo general	45
2.3.2 Objetivos específicos	45
2.4 Hipótesis	45
2.5 Metodología	46
2.5.1 Ubicación del lugar donde se montó el experimento	46

CONTENIDO	PÁGINA	
2.5.2	Procedencia del material experimental	46
2.5.3	Factores de estudio	47
2.5.4	Tratamientos	47
2.5.5	Diseño experimental	48
2.5.6	Modelo estadístico	48
2.5.7	Unidad experimental	48
2.5.8	Manejo del experimento	49
2.5.9	Variables de respuesta	49
2.6	Resultados y discusión	51
2.6.1	Longitud de brotes	52
2.6.2	Número de brotes	52
2.6.3	Número de raíces:	53
2.6.5	Correlación entre las variables independientes de longitud y diámetro de las estacas con el número de brotes, número de raíces y porcentaje de eficiencia.	55
2.7	Conclusiones	57
2.8	Recomendación	58
2.9	Bibliografía	59
2.10	Anexos	61
SERVICIOS EJECUTADOS EN LA FINCA SABANA GRANDE DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, EL RODEO DEL MUNICIPIO Y DE PARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.		78
3.1	Establecimiento de dos parcelas demostrativas sobre El Piñón, en la Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.	79
3.1.1	Presentación	79
3.1.2	Objetivos	79
3.1.3	Marco teórico	80
3.1.3.1	Marco referencial	80
3.1.4	Metodología	84
3.1.5	Resultados	86
3.1.6	Conclusiones	90
3.1.7	Recomendaciones	91
3.2	Propagación de 5 especies de ornamentales para el establecimiento de un vivero en la Finca Sabana Grande, Aldea El Rodeo, Escuintla.	92
3.2.1	Presentación	92
3.2.2	Objetivos	93
3.2.3	Metodología	94
3.2.4	Resultados	96
3.3	Manejo de colección de <i>Piper spp.</i>	99
3.3.1	Introducción	99
3.3.2	Objetivos	99
3.3.3	Metodología	100
3.3.4	Resultados	101

CONTENIDO	PÁGINA
3.3 Apoyos en el cultivo de la caña en la Finca Sabana Grande (FAUSAC), El Rodeo, departamento de Escuintla.	107
3.4.1 Introducción	107
3.4.2 Objetivos	107
3.4.3 Metodología	107
3.4.4 Resultados	108
3.4.5 Evaluación	108
3.5 Bibliografía	109

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1.1 Localización de Finca Sábana Grande, Aldea El Rodeo, Escuintla. (Escala 1:9,000)	6
1.2 Colindancias de la Finca Sábana Grande.	7
1.3 Ingresos en Quetzales por venta de caña en el período 1998-2007	15
1.4 Ingresos por venta de café en el período 1998-2007	19
1.5 Cultivo de Café, Finca Sabana Grande, aparece con sombreado café.(USIG, 2,012)	20
1.6 Pantos de caña sección el rodeo.(Archivo, 2,008).	28
1.7 Pantos de caña Sección la fundación.	29
1.8 Pantos de caña sección las presas.	30
1.9 Pantos de caña sección santo domingo.	31
1.10 Pantos de caña sección del campo.	32
2.2 Planta de <i>Jatropha curcas</i> L	35
3.2 Semilla de la <i>Jatropha curcas</i> L.	36
2.3 Gráfica precipitación y temperatura en El Rodeo, Escuintla.	44
2.4 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de cero partes por millón de ácido indolbutírico.	61
2.5 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de 500 partes por millón de ácido indolbutírico.	62
2.6 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.	62
2.7 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de 3000 partes por millón de ácido indolbutírico.	62
2.8 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 0 partes por millón de ácido indolbutírico.	63
2.9 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 500 partes por millón de ácido indolbutírico.	63
2.10 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.	64
2.11 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.	64

FIGURA	PÁGINA
2.12 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 0 partes por millón de ácido indolbutírico.	65
2.13 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 500 partes por millón de ácido indolbutírico.	65
2.14 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.	66
2.15 Crecimiento semanal de los brotes, después de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.	66
2.16 Promedio de longitudes de raíces contra tratamientos concentraciones de IBA.	67
2.17 Promedio de longitud de brotes contra longitud de las estacas.	67
2.18 Longitud de brotes contra Concentraciones de IBA.	68
3.1 Características del cultivo de piñón (<i>Jatropha curcas</i> L.)	81
3.2 Planta de bougambilia, propagadas por medio de esquejes.	97
3.3 Plantas ornamentales de areca propagadas a través de rizomas <i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	97
3.4 <i>Piper umbellatum</i> L	103
3.5 <i>Piper jacquemontianum</i> Kunth.	105
3.6 <i>Piper oradendron</i>	106

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1.1 Ingresos por venta de caña en el período 1998-2007	15
1.2 Ingresos obtenidos del cultivo de café en el año 2007	18
1.3 Ingresos obtenidos del cultivo de café en el período 1998-2007	18
2.1 Tabla de la precipitación y temperatura en los meses que se montó el Experimento.	43
2.1 Análisis de varianza de los resultados que tuvieron diferencia significativa.	52
2.2 Grupos con diferencia significativa para la longitud de los brotes por estaca.	53
2.3 Grupos con diferencia significativa para el número de los brotes por estaca.	53
2.5 Grupos con diferencia significativa para el número de raíces por estaca.	54
2.6. Grupos con diferencia significativa para el Porcentaje de Eficiencia.	55
2.7 Coeficiente de Correlación entre variables independientes y dependientes.	56
2.8 Resultados de las diferentes variables de respuesta.	69
3.1 Área y número de plantas por parcela.	86
3.2 Resultados de propagación de esquejes	87
3.3 Resultado de Germinación de semillas de piñon	87
3.4 Plagas y enfermedades que afectaron la parcela de piñon.	88
3.5 Especies de ornamentales propagadas.	96

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), en la Finca Sabana Grande, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la aldea El Rodeo, Escuintla, Guatemala, en el período de febrero a noviembre del 2008 y se desarrolló en tres etapas importantes: diagnóstico, investigación y proyectos profesionales.

La primera etapa que consistió en la elaboración del diagnóstico con el objetivo de describir la situación actual de los principales cultivos de la Finca Sabana Grande, así como identificar sus principales recursos productivos. La metodología utilizada consistió en tres fases: la primera, se realizó el proyecto, la segunda, la recopilación de la información a través de entrevistas y observación, la tercera fase en describir y analizar la información, identificando la problemática y sus principales efectos para determinar las acciones ha realizarse.

Los resultados del diagnóstico indican, que la Finca Sabana Grande cuenta con un gran potencial agroecoturístico, sin embargo, existen muchos problemas como la falta de una planificación a largo plazo para la explotación de sus recursos y la falta de seguimiento a los proyectos establecidos.

En la investigación se evaluó el efecto de la interacción de cuatro concentraciones de Ácido Indolbutírico(0, 500, 1,500 y 3,000 ppm) en la brotación, crecimiento y enraizamiento de estacas de *Jatropha curcas L.*, de diferente longitud (20, 40, 60 y 75 centímetros), en un diseño completamente al azar.

Se observó que las concentraciones de ácido indolbutírico, la longitud de las estacas y la interacción de ambos factores, no mostraron diferencias estadísticas significativas en el proceso de enraizado y producción de brotes.

Las estacas de 20 cm. de longitud no brotaron, mientras que las estacas de 60 centímetros presentaron el crecimiento más elevado, tanto en brotes como en raíces.

El porcentaje de éxito (brotación y producción de raíces) más alto (18.01 %) corresponde a las estacas de 60 centímetros de longitud.

Se recomienda realizar estudios con longitudes mayores (50 centímetros) tomando en cuenta además del diámetro, el estado de madurez en que se encuentren las ramas de donde se obtendrán las estacas.

Como proyectos realizados está el establecimiento de dos parcelas demostrativas de Piñón (*Jatropha curcas* L), el segundo la propagación de cinco especies ornamentales para el establecimiento de un vivero, el tercero fue el manejo de una colección de *Pippier spp.* y el apoyo en el sistema de producción de caña y café de la finca.

CAPÍTULO I.

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA UNIDAD DOCENTE Y PRODUCTIVA, FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA, GUATEMALA, C. A.

1.1 Introducción

El presente diagnóstico se realizó durante el año 2,008 en la Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, la cual es administrada por la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El objetivo general fue determinar cómo se encuentran los cultivos de café y caña de azúcar.

Para realizar el diagnóstico se desarrollaron tres fases: la primera, consistió en plantear los objetivos y metodología, la segunda, la recopilación de la información a través de entrevistas y observación, la tercera fase consistió en describir y analizar la información, buscando la problemática y sus principales efectos para determinar las acciones que deben realizarse.

El diagnóstico indicó que se carece de planificación de actividades y acciones que integra el Plan Operativo Anual y de un mapa de pantes de cada uno de los cultivos, un registro de acciones, para asignar los recursos humanos y económicos de manera eficiente y eficaz a través de planificación, considerando a la finca como un sistema.

En consecuencia de lo descrito, las actividades y acciones del manejo agronómico en los cultivos, no son los más apropiados, mencionándose como ejemplo que los pantes de café y caña de azúcar no cuentan con registros de su manejo, la distancia entre surcos de caña es muy abierta (1.60 m) y el clima cálido no es al más indicado para el cultivo de café. Debido a estas circunstancias se debe emplear mayor cantidad de mano de obra (a veces no disponible) y agroquímicos aplicados incorrectamente por no conocerse el área de cada pante; por no disponerse de ellos oportunamente. Esto determina que el problema central es el manejo inadecuado de cultivos, siendo su efecto principal un rendimiento menor al rendimiento promedio nacional.

Agregado a lo descrito, está el hecho de que dentro los fines de la finca es de docencia e investigación reduciendo el área de cultivos, pero los resultados obtenidos de las mismas no son registrados, mucho menos el manejo que se les dió, originando otro problema: no

se les puede dar seguimiento a las investigaciones de éstos se pierden recursos y principalmente la pérdida de la información generada.

1.2 Marco Referencial

1.2.1 Antecedentes

La finca está ubicada en el departamento de Escuintla e inscrita en el registro de la propiedad e inmueble bajo el número 1696, folio 233 del libro 27 de Escuintla, La Finca Sabana Grande tiene una extensión de 221 hectáreas, es decir: 4 Caballerías con 59 manzanas (Benítez, 1966).

Antes de 1944 fue propiedad privada y fue con los gobiernos revolucionarios del movimiento del 20 de octubre de 1944, que se distribuyeron las fincas nacionales en forma parcelada a campesinos (Ley de Reforma Agraria). Posteriormente con la contra revolución, dirigida por Castillo Armas, se vuelve a la propiedad nacional de la finca, siendo manejada en forma cooperativa. Sin embargo, fracasó el intento, dado que hubo una mala planificación del apoyo técnico y logístico (Bautista, 1981).

Posteriormente la finca fue adjudicada a la Universidad de San Carlos por medio de acuerdo Gubernativo del 20 de Junio de 1957 emitido por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (actualmente Ministerio de Finanzas Publicas) esto fue en el gobierno del Coronel Castillo Armas. El 11 de Agosto de ese mismo año, La Facultad de Agronomía se hizo cargo de la administración (Benítez, 1966).

El casco de la finca está formado por la casa patronal o “hacienda”, bodegas, taller de reparación de maquinaria agrícola, una iglesia evangélica, una iglesia católica y viviendas de los trabajadores permanentes de la finca, dichas casas fueron construidas por parte de la Universidad de San Carlos, contribuyendo la Facultad de Agronomía con Q16,000.00 que fue el costo total del proyecto y la Facultad de Ingeniería con la construcción de las casas (Bautista, 1981).

Con relación a los cultivos, actualmente se produce café y caña de azúcar, el cultivo de caña se estableció en 1971 con una producción de 500 toneladas, siendo para 1980 la

producción de 5,000 toneladas (Benítez, 1966) y actualmente en la zafra 2007 a 2008 la producción fue de 5,500 toneladas, en 78.63 hectáreas, promediando un rendimiento de 69.94 toneladas por hectárea. Con este dato se identifican problemas en la producción si se compara con el rendimiento promedio nacional que es de 103.73 toneladas por hectárea (Monterroso, 1969). El cultivo de café se estableció en 1979 (Benítez, 1966) y actualmente el rendimiento es de 85.51 quintales por hectárea, con área productiva de 13 hectáreas y una producción total de 110.7 kilogramos (Benítez, 1966).

La producción apícola se constituye como otra actividad de la finca, actualmente se cuenta con un número inferior a 40 colmenas y los ingresos anuales por concepto del apiario son muy pequeños, ya que para el año 2007, la finca obtuvo por este rubro únicamente Q 325.00.

En La Finca Sabana Grande, se realizan diversas actividades de docencia, investigación y producción, las cuales contribuyen a la formación académica de los estudiantes de la Facultad de Agronomía y además representa una unidad de ingresos para la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.2.2 Características del área

1.2.2.1 Descripción geográfica

a) Localización

La Finca Sabana Grande, se encuentra situada en la aldea El Rodeo, al Noroeste de la cabecera departamental de Escuintla (Figura 1.1), dista 12 kilómetros de la cabecera departamental. Forma parte de la microcuenca del Río Cantil. Tiene un área de 2,17 km². Se encuentra ubicada entre las coordenadas de 14° 21' 44" a 14° 23' 29" de Latitud Norte y 90° 49' 35" a 90° 50' 08" de Longitud Oeste de la hoja Alotenango 2059 III, escala 1:50.000, del IGN (Instituto Geográfico Nacional) (Figura 1.1) (Ramos, 1981).

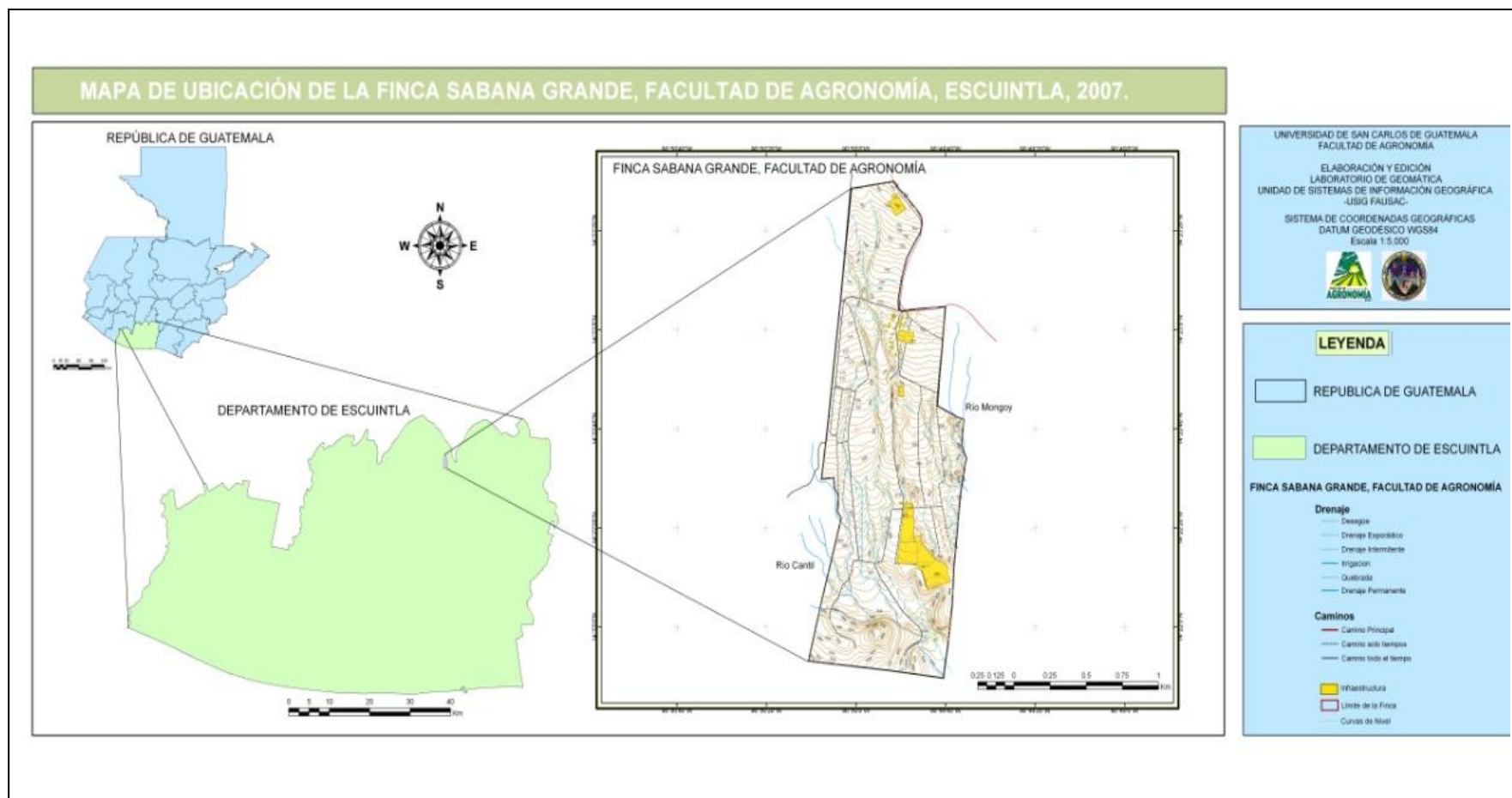


Figura 1.1 Localización de Finca Sábana Grande, Aldea El Rodeo, Escuintla. (Escala 1:9,000)
 Fuente: USIG-FAUSAC (17)

b) Extensión

El área total de la Finca Sabana Grande, es de 323 hectáreas, distribuidas en cultivos de caña de azúcar (80.90 hectáreas), café (30 hectáreas), centro de producción acuícola (2.1 hectáreas), casco de la finca (4.2 hectáreas) centro recreativo (0.7 hectáreas), apiario (0.10 hectáreas) y el resto está ocupado por bosque natural latifoliado.

c) Colindancias

Colinda al Norte con la aldea El Rodeo y con la Finca Tropicana, al Sur con la Finca Lorena, al Este con la finca Alsacia y al Oeste con la finca Magdalena (Figura 3) (Monterroso, 1969).

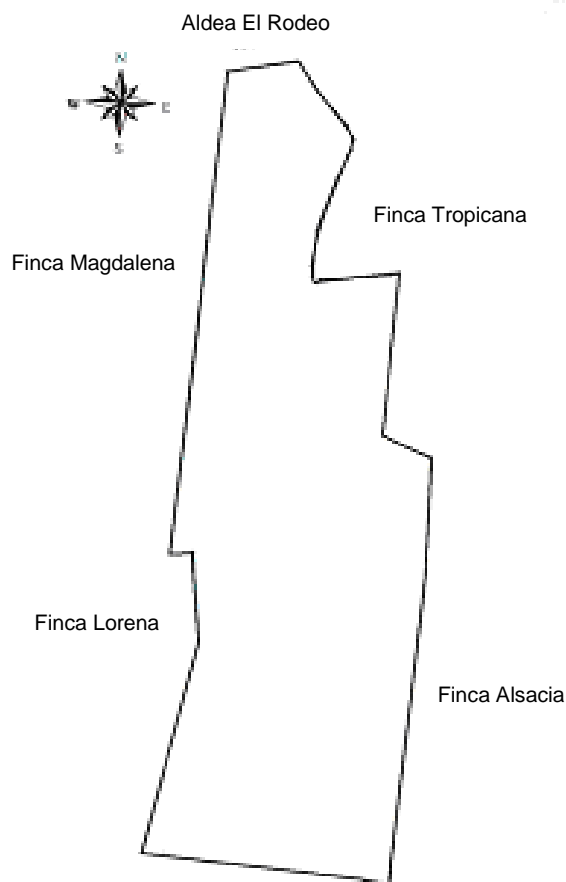


Figura 1.2. Colindancias de la Finca Sábana Grande.

d) Clima

Según el mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Thornthwaite (IGN, 1982) la Finca Sabana Grande presenta un clima cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo con estación seca bien definida. (Monterroso, 1969).

Según el mapa de zonas de vida elaborado por De La Cruz, basado en el sistema de clasificación de Holdridge, la Finca Sabana Grande se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque muy Húmedo Sub-Tropical cálido. (Monterroso, 1969).

La finca se caracteriza por tener una estación severamente seca de noviembre a abril y otra muy húmeda de mayo a octubre. Las lluvias son muy intensas por las tardes y es muy frecuente que de noviembre a abril, la finca esté sujeta a fuertes vientos que soplan en dirección Norte-Sur y Norte-Oeste, llegando a alcanzar velocidades entre los 50 y 60 km/hora, de noviembre a febrero. La temperatura media anual es de 23.78 grados centígrados, precipitación anual de 3,092.50 mm, humedad relativa absoluta máxima de 96% y mínima absoluta de 40% y con una evaporación a la sombra de 3.66 mm (IGN, 1982).

e) Suelo

Los suelos de la Finca Sabana Grande pertenecen a la serie de suelos "Alotenango", esto de acuerdo al estudio de suelos a nivel de reconocimiento elaborado por Simmons et. al. (1959) los cuales son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica reciente suelta y de color oscuro (Padilla, 2000).

f) Relieve y fisiografía

Según el mapa de regiones fisiográficas de Guatemala, la Micro cuenca del Río Cantil se encuentra dentro de la región fisiográfica denominada Pendiente Volcánica Reciente (IGN, 1980).

El relieve va de gradualmente ondulado a plano con pendientes que van de 0 al 3 %, la elevación promedio es de 770 m.s.n.m. con un rango que va desde los 745 a 795. La finca se encuentra dentro de la región fisiográfica denominada Pendiente Volcánica Reciente (Padilla, 2000).

g) Vías de comunicación

La principal vía de acceso a la finca, es la carretera CA-2 que partiendo de la ciudad de Guatemala, se extiende al Sur pasando por los municipios de Villa Nueva, Amatitlán y la autopista Palín-Escuintla, para luego tomar la carretera que conduce a la Antigua Guatemala (Ruta Nacional 14). Sobre la ruta asfaltada que conduce a Alotenango se recorren 10 kilómetros hasta inmediaciones del Autódromo Pedro Cofiño, a 1 kilómetro se encuentra el cementerio de la aldea El Rodeo, localizado frente al cruce de caminos que conduce hacia la aldea, pasando frente a la finca, la cual dista por esta vía 72 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala (Ramos, 1981)

También puede accederse por la CA-10, siendo el recorrido desde la ciudad capital: San Lucas Sacatepéquez, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja hasta llegar a la entrada a Alotenango, ahí se toma el camino que conduce a Escuintla, hasta llegar al Rodeo, ingresando por el cruce a Guadalupe (Ramos, 1981).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Describir las actividades productivas del cultivo de café y caña de azúcar en la Finca Sabana Grande, Aldea El Rodeo, Escuintla.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir las actividades productivas del cultivo de la caña de azúcar y del café.
- Identificar la problemática en el sistema de cultivo de la caña de azúcar y del café. Así como las causas y efectos relacionados con el mismo.

1.4 Metodología

1.4.1 Recopilación de información primaria

Se realizaron visitas a dichas áreas de cultivo de la finca, se ubicaron las áreas de cultivo de café y caña de azúcar, entrevistando a los trabajadores asignados a cubrir las áreas de los cultivos mencionados con la finalidad de conocer la situación actual de cada uno de los componentes del cultivo.

Se realizaron entrevistas a los trabajadores y personal técnico administrativo generando información; En el cultivo de caña de azúcar; información base para la planificación, área cultivada, variedades, socas de cañales, pantes, distancias de siembra, fertilización, riego, manejo de malezas, manejo de plagas, cosecha y rendimiento. Para el cultivo de café: información base para la planificación, área cultivada, variedades, secciones, distancias de siembra, fertilización, manejo de malezas, manejo de plagas, cosecha y rendimiento.

1.4.2 Recopilación de información secundaria

a) Archivos de Sabana Grande

A través de los registros existentes en la finca Sabana Grande se recabó información relacionada a los cultivos actuales (café y caña de azúcar) y pasados (camote, leguminosas, milpa, piña, yuca, pastos) y otras plantaciones existentes para investigación o conservación (bambú, cítricos, musaceas, zapotaceas) y los planes de manejo que han tenido, niveles de producción, precios y canales de comercialización utilizados.

El análisis de esta información permitió conocer las causas de los éxitos o fracasos obtenidos en la comercialización de los productos; identificar necesidades inmediatas e identificar oportunidades para el desarrollo económico de la finca.

Toda la información relacionada a ingresos, ganancias y pérdidas obtenidas se obtuvo directamente con el contador de la finca, quien lleva registros de toda la actividad económica de la finca.

b) Revisión bibliográfica

Se realizó a través de la consulta de mapas cartográficos a escala, donde pueden apreciarse la distribución de los suelos, caminos e infraestructura y ubicación de pantes. También se consultaron mapas temáticos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), e información primaria de los registros de la estación meteorológica de la finca Sabana Grande. Esta información se obtuvo en el Centro de Documentación e Información de Agronomía –CEDIA-, en la Unidad de Sistema de Información Geográfica de la FAUSAC (USIG), y en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

1.4.3 Análisis de la información

Basándose en la información bibliográfica se describieron las principales actividades relacionadas de cada uno de los cultivos existentes, se procedió, a realizar un cuadro de problemas, el cual permitió detectar las principales deficiencias o problemas existentes en los sistemas de producción de la finca sabana grande; paralelamente se determinaron las causas y los efectos de los problemas detectados.

Así también, derivado del análisis de la información, se elaboró un cuadro en el que se enumeran las situaciones que se suponen ventajosas, y que podrían constituirse como oportunidades para el desarrollo económico y social de la finca.

1.5 Resultados y discusión

1.5.1 Caña de azúcar

Actualmente se cuenta con un área cultivada de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) de 78.63 hectáreas distribuidas en 66 subáreas o pantes, los cuales están cultivados con las variedades:

- PGM 89968
- CP 881508
- Sao Paulo.
- MEX 28 P 23
- B 49119

De estas variedades las que mejores resultados han presentado son la PGM 89968 y la CP 881508 generalmente, y con estas se han venido renovando las áreas con el fin de maximizar la producción, aunque en algunos pantes se han obtenido mejores resultados con las otras variedades, ya que son un poco más resistentes a plagas, y malezas (Ramos, 2008).

1.5.1.1 Fertilización

Según Salguero, la fertilización de la caña de azúcar anteriormente se realizaba solamente con 15 – 15 – 15, ya que se suponía era el más completo, al realizarse pruebas en la finca se comprobó que la mezcla de varios fertilizantes tales como 0–0–60 más 12–52–0, gallinaza y 34.4–0–0 (Nitrato de Amonio) presenta mejores resultados. La manera en la que se ha realizado la fertilización es una mezcla en partes iguales de 0-0-60 + 10-52-0 (4 quintales por manzana) y gallinaza (20 quintales por manzana) al momento de la siembra, y nitrato de amonio (4 quintales por manzana) a los 60 días de la siembra (Ramos, 2008).

1.5.1.2 Control de malezas

El control de malezas se ha llevado a cabo principalmente de manera manual con los trabajadores permanentes, también se hace un control mecánico, y de manera química con los siguientes productos:

Herbicida sistémico postemergente, su ingrediente activo es glifosfato de amplio espectro, no selectivo, inhibe los aminoácidos aromáticos en la planta.

Herbicida postemergente hormonal sistémico, el cual su acción depende de la temperatura y el calido húmedo favorece su acción. Ingrediente activo ácido 2, 4 diclofenoxiacético 72 %. (Ramos, 2008)

La forma de la aplicación de estos compuestos es con bomba de mochila, una mezcla de Glifosfato (1 Litro), Herbicida hormonal sistémico (1 Kilogramo) y corrector de pH (125 ml.), por tonel de agua de 50 galones por manzana. Cabe mencionar que esta concentración puede variar de acuerdo al tipo y cantidad de maleza (Ramos, 2008).

1.5.1.3 Producción

De acuerdo a los datos obtenidos del control del año 2007 se tuvo una producción para:

La Zafra 2006 - 2007 se tuvo una producción de:

- Total de área cortada 78.63 hectáreas.
- Total de producción 4207.49 toneladas.
- Rendimiento promedio por manzana 59.96 toneladas.

Para la Zafra 2007 – 2008:

- Total de área cortada 78.63 hectáreas
- Total de producción 5,500 toneladas
- Rendimiento promedio por manzana 69.94 toneladas.

1.5.1.4 Ingresos obtenidos de la caña

Según los registros contables de la Finca Sabana Grande, durante el año 2007, la finca obtuvo ingresos por concepto de venta de caña de azúcar, por un valor total de Q.604,619.35, (cuadro 19) que juntamente con los ingresos de año 2006, se constituyen como los dos períodos de mayor ingreso en los últimos 10 años, esto debido a cambios en el manejo del cultivo.

Cuadro 1.1. Ingresos por venta de caña en el período 1998-2007

Año	Ingreso por venta de caña (Q)
1998	582534,39
1999	356474,26
2000	368317,93
2001	427151,17
2002	417308,67
2003	381399,34
2004	442827,26
2005	283363,37
2006	618839,26
2007	604619,35

Fuente: Registros contables Finca Sabana Grande

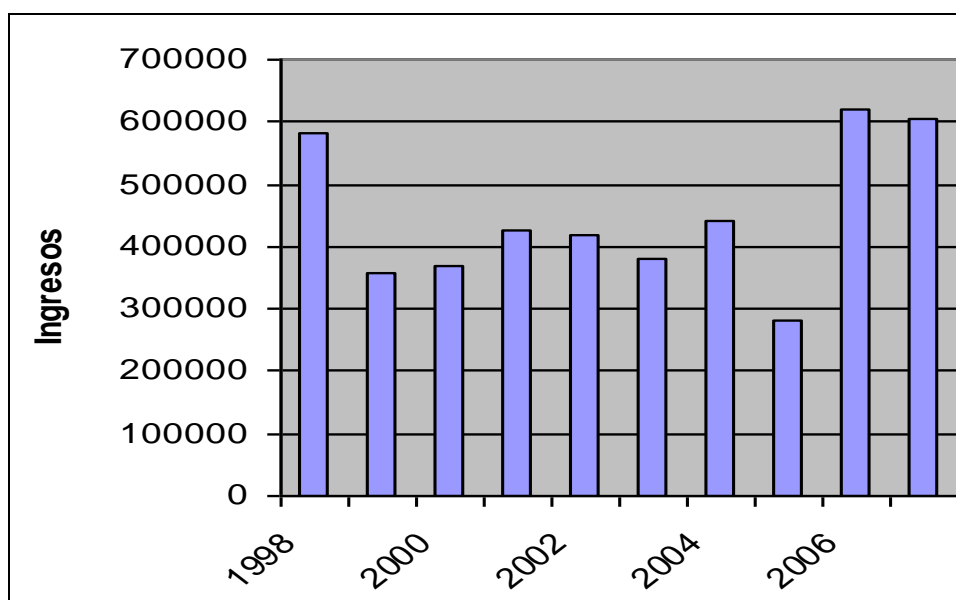


Figura 1.3. Ingresos en Quetzales por venta de caña en el período 1998-2007

Fuente: Registros contables Finca Sabana Grande

1.5.2 Café

La Finca Sabana Grande cuenta con un área cultivada con café (*Coffea arabica*) de 67.37 hectáreas, las cuales requieren de manejo y renovación constante para mantener las condiciones adecuadas de productividad de la planta. El café cultivado en la finca es de baja calidad, por ser un café de clima cálido, ya que los cafés más cotizados son los llamados “cafés de altura”, los que se cultivan en tierras altas, y debido al clima y al mayor tiempo de desarrollo, presentan características subjetivas como mejor sabor y mejor aroma. El área de café esta dividida en las secciones (Ver Figura 4):

- El Coban. Pantes 35, 36, 37, 38.
- El Borbollón. Pantes 1, 2,3, 4, 5.
- El Naranjal. Pantes 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16.
- El Barreal. Pantes 10, 17, 18, 19, 20.
- Café del Sol. Pantes 23, 24, 25, 30, 31, 32, 34.
- El Caulote. Pantes 21, 22, 26, 27, 28, 29, 33.

Estas áreas están cultivadas con un injerto, en el cual se usaron las variedades Robusta (patrón) y Catimor (productor)

Este injerto se ha utilizado en la finca debido a las características que presenta tanto del patrón (Café Robusta) como del injerto (Catimor).

- Hoja anchas
- Grano grande.
- Planta Frondosa.
- Tarda bastante tiempo maduro en la planta.
- Resistente a la roya.
- Resistente a nematodos.
- Más elasticidad en su manejo.

Entre las actividades de manejo que se le han dado al cultivo podemos mencionar:

- Siembra.
- Agobio
- Raleo o eliminación de competencia.
- Recepta a 18 pulgadas de altura.
- Recepta a 12 pulgadas.
- Renovación.

1.5.2.1 Fertilización

Fertilizante foliar NU -Z solamente, pero en el presente año 2007 se fertiliza la mayoría de los pantes con NU - Z y SOLUBORO.

1.5.2.2 Control de malezas

Se realiza de forma manual, o de forma química utilizando estos productos

- Roundop Max 68 SG.
Herbicida sistémico postemergente, su ingrediente activo es glifosfato de amplio espectro, no selectivo, inhibe los aminoácidos aromáticos en la planta.
- 2,4-D 72 SL
Herbicida postemergente hormonal sistémico, el cual su acción depende de la temperatura y el calor húmedo favorece su acción. Ingrediente activo ácido 2, 4 diclofenoxiacético 72 %.

1.5.2.3 Producción

Año 2007

Cosecha fue de 1,107 quintales en 13 hectáreas = (18.57 manzanas). Rendimiento total 85.51 quintales por hectárea o 59.85 quintales por manzana.

Ingresos obtenidos

Durante el año 2007, la finca obtuvo ingresos por concepto de venta de café, por un valor total de Q 141,479.60; desglosados según se muestra en el cuadro 1.2, esto contrasta con los ingresos del 2006, que es el año en que se tuvieron los más altos ingresos durante los últimos 10 años, esta reducción se debe a cambios en el manejo debidos a la baja del precio del café (Cuadro 1.3).

Cuadro 1.2. Ingresos obtenidos del cultivo de café en el año 2007

Café maduro en uva	Q134,826.10
Café molido por libra	252.00
Café cerezo seco	6,4501.50
Total	Q 141,479.60

Fuente: Registros contables, Finca Sabana Grande.

Cuadro 1.3. Ingresos obtenidos del cultivo de café en el período 1998-2007

Año	Café en uva	Plantas de café vendidas	Café cerezo seco	Ingreso Total
1998	Q 42,563.46	Q 18,057.70	Q 0.00	Q 60,621.16
1998	Q 162,693.6	Q 4,375.00	1,305.00	Q 168,373.60
2000	Q 115,297.53	Q 2,275.00	2,741.40	Q 120,313.93
2001	Q 91,705.66	Q 1,350.00	1,012.5	Q 94,068.16
2002	Q 46,344.87	Q 1,955.00	1,933.75	Q 50,233.62
2003	Q 88,353.35	Q 0.00	Q 0.00	Q 88,353.35
2004	Q 68,338.35	Q 0.00	6,635.1	Q 74,973.45
2005	Q 148,214.26	Q 0.00	Q 0.00	Q 148,214.26
2006	Q 210,761.8	Q 0.00	6,401.50	Q 217,163.30
2007	Q 134,826.1	Q 0.00	6,401.50	Q 141,227.60

Fuente: Registros contables, Finca Sabana Grande.

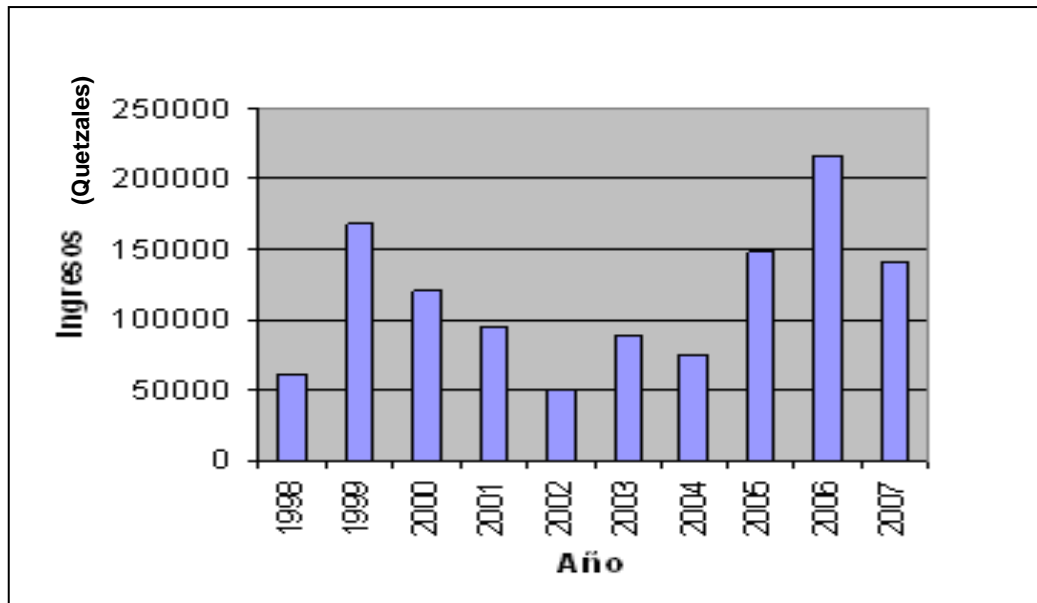


Figura 1.4 Ingresos por venta de café en el período 1998-2007
Fuente: Registros contables, Finca Sabana Grande.

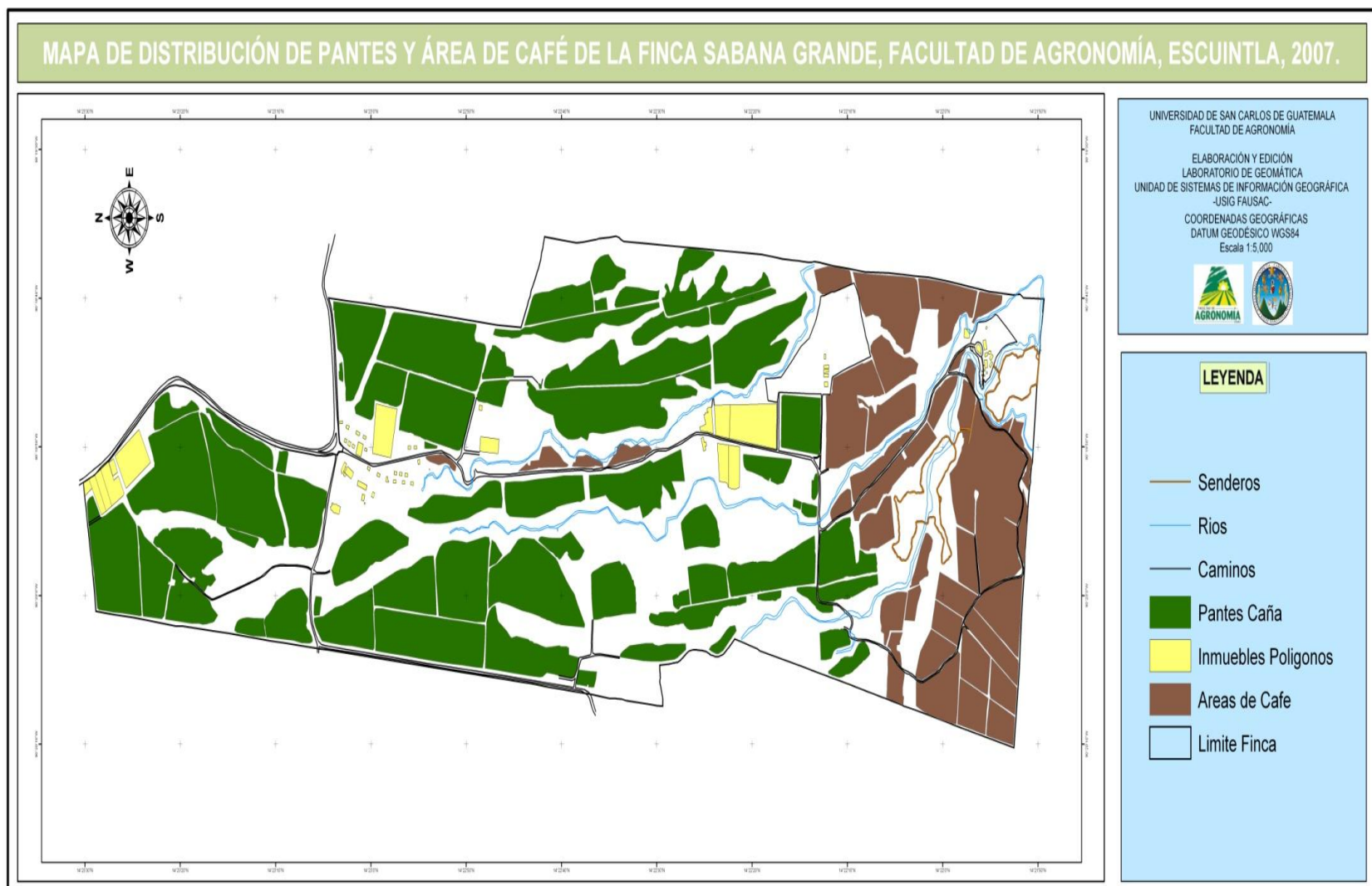


Figura 1.5. Cultivo de Café, Finca Sabana Grande, aparece con sombreado café.(USIG, 2012)

1.5.3 Problemas de los sistemas de cultivo de caña y café

Los problemas en la producción, están íntimamente ligados a los problemas administrativos; siendo que el principal problema en la producción es la limitante económica debido al bajo presupuesto anual de la Finca, la cual afecta directamente la toma de decisiones técnicas en cuanto al manejo de los cultivos, y compra de maquinaria y equipos.

En la finca se encuentran en situación de abandono algunas áreas en las que se podrían implementar nuevos cultivos; tal es el caso del área que antiguamente ocupaba el Centro de Práctica del Centro Universitario del Sur, el cual se encuentra abandonado y que posee las mejores tierras de la finca, según el mapa de suelos.

La productividad de la finca se ve directamente afecta por la falta de respeto que existe hacia la propiedad privada, ya que por temor al robo de cosechas no se implementan programas productivos, debido a la escasez de vigilantes; ya que lo común es que en una jornada de trabajo exista uno o dos vigilantes para cubrir un área de casi 5 caballerías.

1.5.3.1 Planteamientos de proyectos

De acuerdo al análisis de la información generada en se plantea haer una diversificación por medio de los siguientes proyectos:

a) Ornamentales

Con base a las características climáticas, edáficas y plantas naturales en el área, se determinó que las plantas ornamentales aptas para la reproducción dentro de la finca, tomando en cuenta las condiciones climáticas y la demanda de plantas ornamentales son el manguito, el camaroncito, la bougambilia, el falso coco y la hortensia, por lo que se procederá a la propagación por estaca por ser éste el método más eficiente, el área a utilizar será la que corresponde al umbráculo y el origen del material será el interior de la finca y sitios aledaños.

b) Piñón

Existen áreas dentro de la finca que pueden utilizarse con el fin de realizar investigaciones de piñón ya que está tomando auge debido al incremento en los precios del petróleo y de ésta se pueden adquirir semillas con altos contenidos de aceite que son la base del bio-diesel. Se cuenta con un área de 2,727 metros cuadrados para realizar investigación y propagación de las plantas, junto al pante de caña de azúcar de El Rodeo, que cuenta con características de pedregocidad no aptas para cultivos tradicionales. Además se cuenta con media manzana en el área del Cun-sur la cual será utilizada para el mismo fin. Las características de este último terreno son ideales para cualquier cultivo.

Se determinó que en el cultivo de piñón se harán estudios con el fin de buscar un distanciamiento y métodos de propagación adecuados. El manejo de las pruebas del piñón consistirá en el control de malezas, podas, fertilización y distanciamientos de siembra.

c) Piperáceas

Existe una colección de unas especies del género *Pipper* que se utilizarán para hacer estudios genéticos y agronómicos por lo que será necesario realizar un manejo de dicha colección y se hará una caracterización para ver las diferencias.

La principal actividad generadora de la finca se limita a dos cultivos, por ser éstos de carácter tradicional, consistentes en caña de azúcar y café, para introducir otros cultivos es necesario comprobar que son más rentables que éstos.

d) Cítricos

Se tienen diversas áreas de cítricos con diferentes tipos de frutales tal como limón criollo, naranja, mandarina y naranja agria. A estos cultivo no se le da ningún manejo y no se obtienen beneficios económicos del mismo ya que solamente se utilizan para el consumo dentro de la finca.

e) Bambú (*Bambusa* sp.)

Se tienen dentro de la finca distribuidos pequeños puntos o matas de bambú las cuales se han utilizado para trabajos dentro de la finca tal como el sendero ecológico, pero que este se puede explotar de una mejor manera a través de la ampliación de áreas de cultivo del bambú.

1.6 Conclusiones

Es importante definir cuales son las áreas adecuadas para cultivos y cuales son indicadas para protección y de esta manera evitar la degradación del recurso suelo e incrementar la productividad de la finca.

Los cultivos predominantes son el café y la caña de azúcar. La caña de azúcar tiene problemas de manejo, ataque de la larva de gusano alambre, baja densidad de siembra y bajos rendimientos.

El cultivo de café está fuera del rango de sus exigencias, principalmente en lo que a clima se refiere ya que el rango de altura óptima para el café es 1,200-1,800 msnm y la finca se ubica a una altura de 770 msnm. Por lo que se optará por la investigación y manejo de otros cultivos.

Como consecuencia se tiene que el efecto principal del manejo inadecuado (por las causas indicadas) se refleja en un bajo rendimiento de caña de 58.21 TM/ha si este se compara con el rendimiento promedio nacional que es de 103.73 TM/hectárea.

Los problemas en la producción, están íntimamente ligados a los problemas administrativos; siendo que el principal problema en la producción es la bajo presupuesto que se le asigna para el funcionamiento de la Finca, la cual afecta directamente la toma de decisiones técnicas en cuanto al manejo de los cultivos, y compra de maquinaria y equipos.

1.7 Recomendaciones

Realizar una evaluación general de los cultivos para determinar la rentabilidad de los mismos y poder eliminar los que no son rentables.

Ampliar la diversidad de los cultivos a través de una producción rentable y cumplir los fines de la creación de la Finca como un centro experimental docente.

Es urgente la diversificación productiva en la finca, tendiente a aprovechar al máximo las áreas en abandono y con gran potencial agronómico, tanto para la producción de bienes, como para la prestación de servicios.

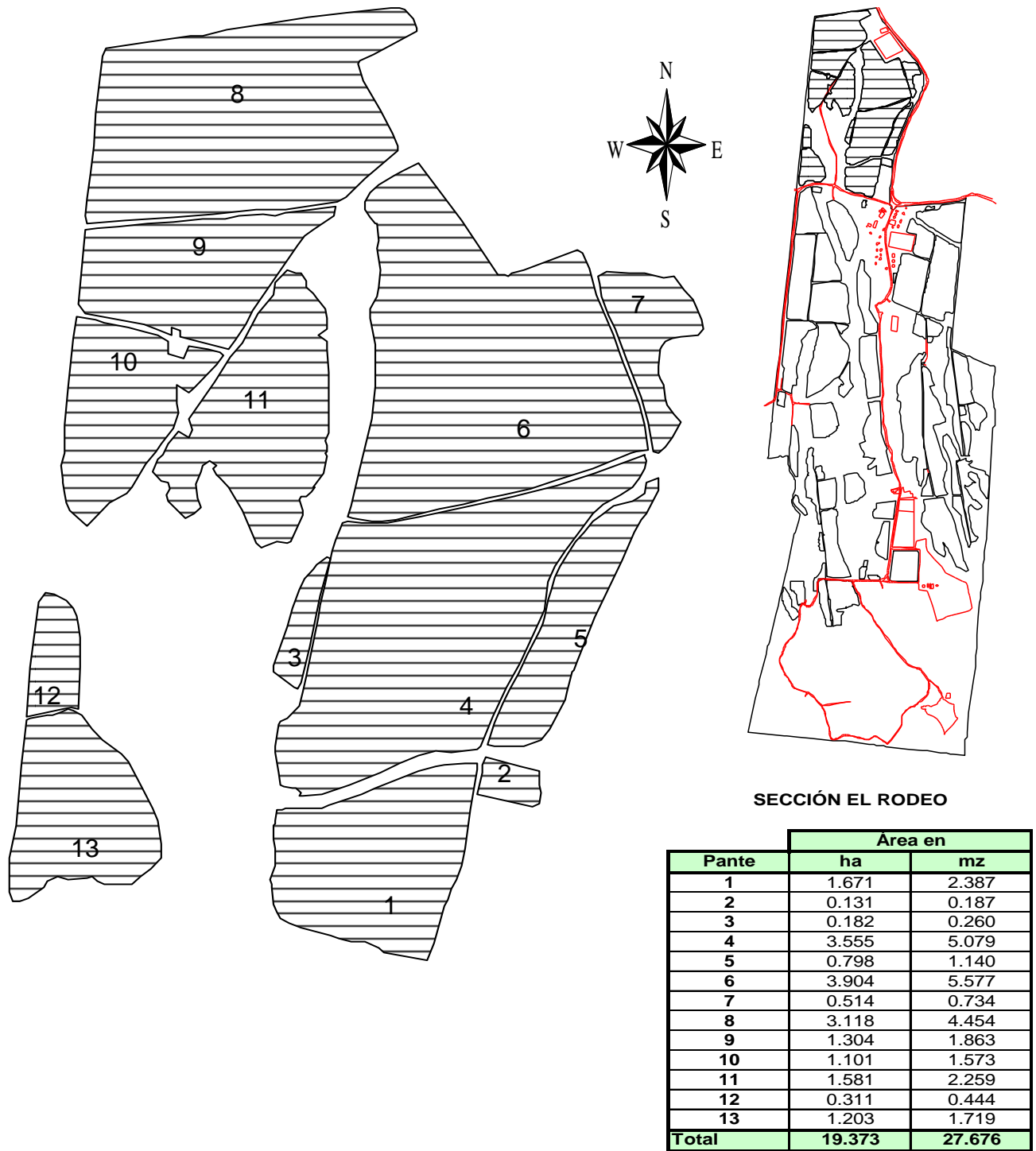
1.8 Bibliografía.

1. Bautista, EA. 1981. Diagnóstico integral de los agrosistemas de la finca Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 101 p.
2. Benítez Coronado, JF. 1966. Evaluación de la respuesta de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) a la fertilización con nitrógeno. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 71 p.
3. Castro, M. 1990. Avances de investigación sobre la broca (*Hypothenemus hampei*) del fruto del cafeto (*Coffea arabica*) en Mesoamérica. Guatemala, PROMECAFE / IICA, Boletín 49, p 7-10.
4. Coste, R. 1955. Cafetos y cafés del mundo: los cafetos. España, Praga. tomo 1, p 347-351.
5. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 22-23 y 39.
6. Decazy, B. 1989. Manejo integrado de la broca del fruto del cafeto (*Hypothenemus hampei* Ferr). In Simposio sobre caficultura latinoamericana (12, 1989, HN). San Pedro Sula, Honduras, IICA / PROMECAFÉ. p. 85-86.
7. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1979. Atlas climatológico de la república de Guatemala. Guatemala. 7 p.
8. Martínez Gutiérrez, LR. 1968. Ensayo de fertilización en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en suelos de la serie Alotenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 26 p.
9. Matheu De León, CR. 1966. Ensayo de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 44 p.
10. Monterroso Salvatierra, N. 1969. Diagnóstico y programación de la finca Sabana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 147 p.
11. Moscoso Caminade, B. 1980. Evaluación de nuevos insecticidas en el combate de la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 7-20.
12. Muñoz, H. 1989. Infestación de la broca en frutos provenientes de las diferentes floraciones ocurridas en los cultivares Caturra y Catimor. In Taller regional de broca (3, 1989, GT). Antigua Guatemala, Guatemala, IICA / PROMECAFÉ. p. 15-33.

13. Ovalle U, H. 1986. Diagnóstico preliminar de la Unidad Docente y Productiva Sabana Grande, Escuintla. EPSA Monografía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 19 p.
14. Padilla Cambara, T; España Morales, HE. 2000. Determinación de la capacidad de uso y uso actual de los suelos de la Unidad Docente Productiva finca Sabana Grande, Facultad de Agronomía, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 17 p.
15. Perdomo M, R. 1986. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas, mineralógicas y cartografía de suelos de la finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.
16. Ramos Orellana, RV. 1981. Monografía del cultivo de la caña de azúcar en la finca Sabana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 50 p.
17. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

1.9 Anexos

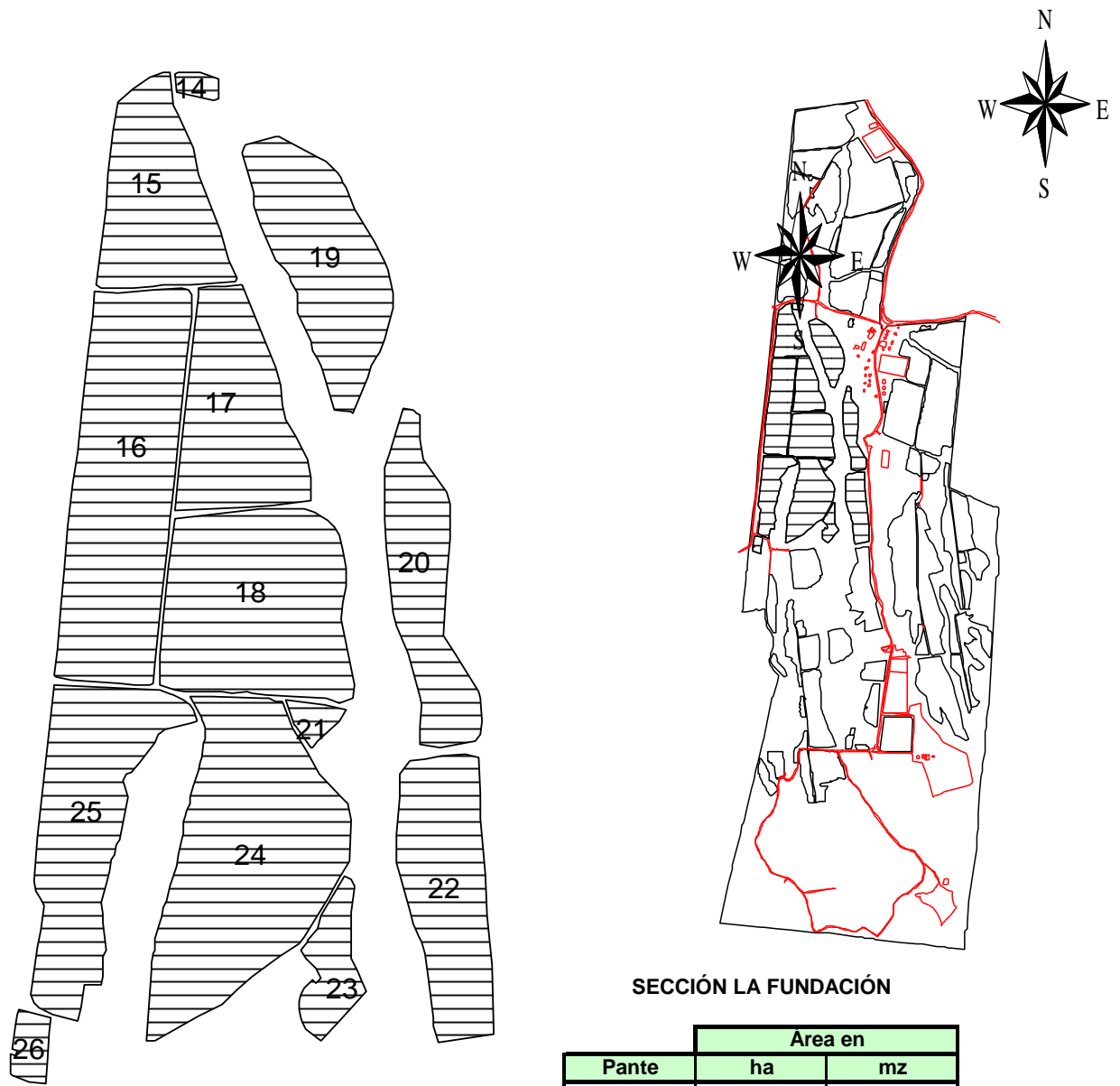
5.1.5 Descripción de pantes sembrados con caña (Saccharum spp.)



Ubicación en mapa de las secciones de caña:

Escala = 1: 26,000

Figura 1.6. Pantes de caña sección el rodeo.(Archivo, 2,008).

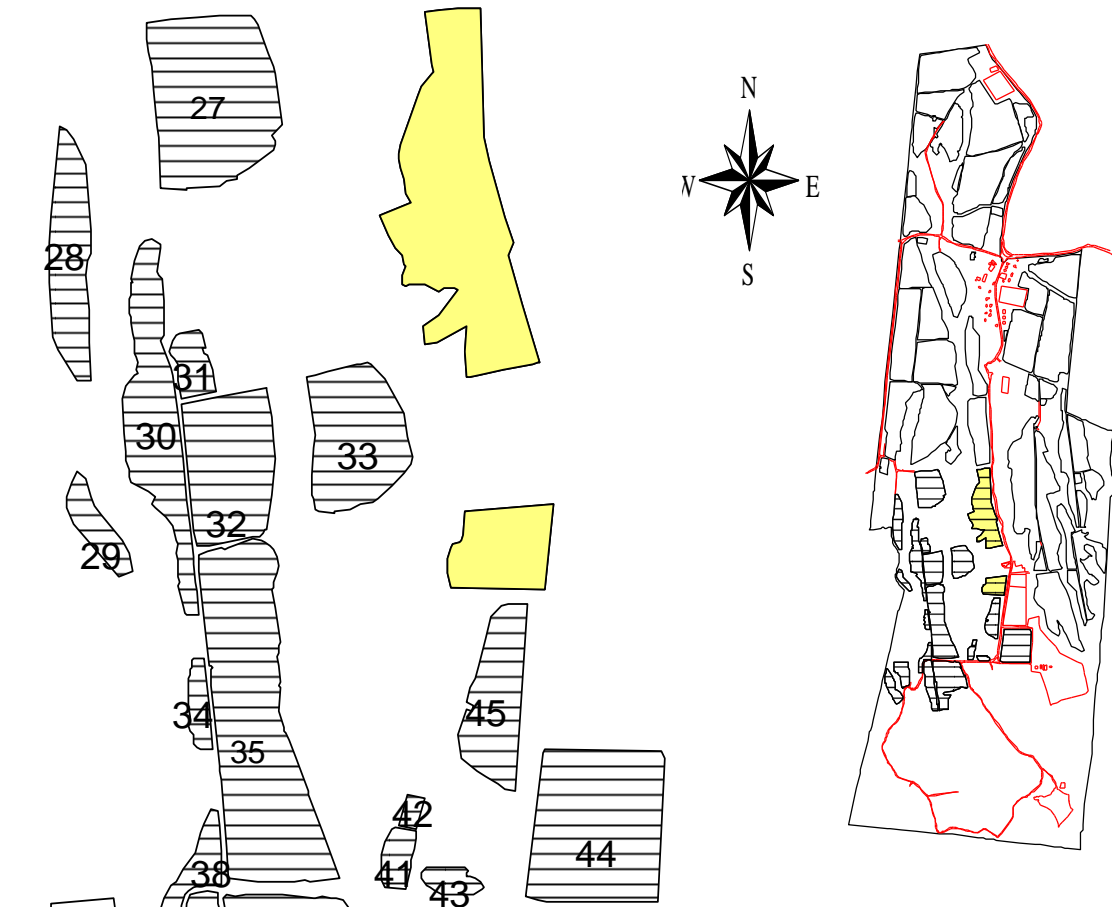


SECCIÓN LA FUNDACIÓN

Pante	Area en	
	ha	mz
14	0.080	0.114
15	1.554	2.220
16	3.108	4.440
17	1.666	2.380
18	2.584	3.691
19	1.738	2.483
20	1.382	1.974
21	0.126	0.180
22	1.675	2.393
23	0.472	0.674
24	3.367	4.810
25	2.144	3.063
26	0.184	0.263
Total	20.080	28.686

Figura 1.7 Pantas de caña Sección la fundación.
(Archivo, 2,008).

Escala= 1:26,000



SECCIÓN LAS PRESAS

Pante	Area en	
	ha	mz
27	1.393	1.990
28	0.607	0.867
29	0.195	0.279
30	0.912	1.303
31	0.157	0.224
32	0.881	1.259
33	0.864	1.234
34	0.120	0.171
35	1.947	2.781
36	0.407	0.581
37	0.423	0.604
38	0.239	0.341
39	0.596	0.851
40	1.522	2.174
41	0.122	0.174
42	0.041	0.059
43	0.092	0.131
44	1.392	1.989
45	0.619	0.884
Total	12.529	17.899

Figura 1.8. Pantes de caña sección las presas. (Archivo, 2,008).

Escala = 1: 26,000

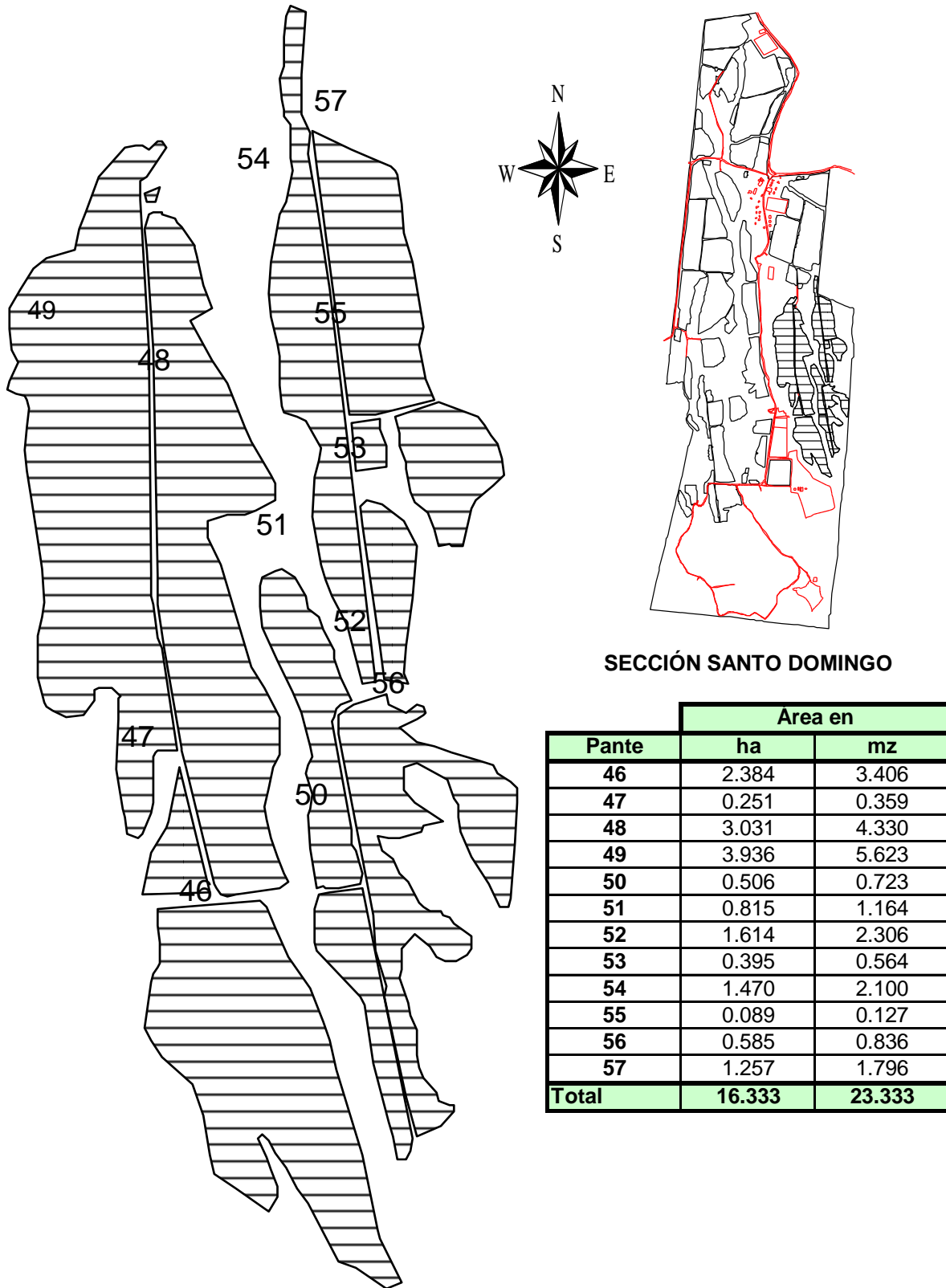


Figura 1.9. Pantes de caña sección santo domingo. (Archivo, 2,008).

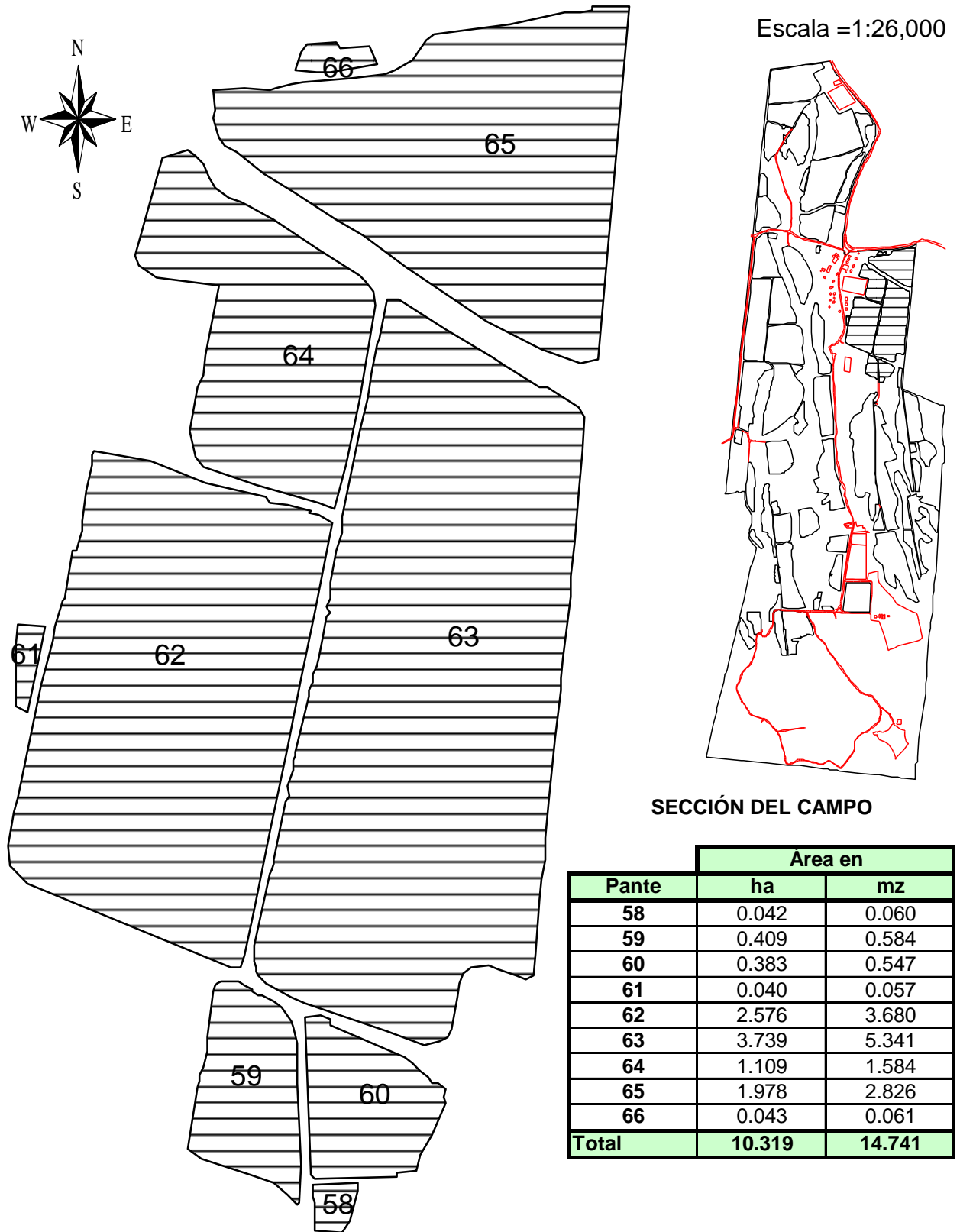


Figura 1.10. Pantes de caña sección del campo.
(Archivo, 2,008).

CAPITULO II

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN ESTACAS DE DIFERENTE LONGITUD DE *Jatropha curcas* L., EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.

EVALUATION OF INDOLBUTIRIC ACID EFFECT ON DIFFERENT LONGITUDS STEMS OF *Jatropha curcas* L. AT SABANA GRANDE FARM IN EL RODEO, ESCUINTLA.

2.1 Introducción

Es necesaria una propagación masiva de piñón (*Jatropha curcas L.*) para producción de biodiesel, esta puede ser por semillas o estacas, actualmente existe poca oferta de semilla. Existe poco conocimiento sobre la propagación vegetativa del piñón en cuanto a necesidades de reguladores del crecimiento y tamaño óptimo de estacas.

En el presente estudio realizado en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, se evaluó la interacción y el efecto en estacas de *Jatropha curcas L.*, de diferente longitud (20, 40, 60 y 75 centímetros) y cuatro concentraciones de Ácido Indolbutírico (0, 500, 1,500 y 3,000 partes por millón) como estimulante para el enraizamiento de estacas, en un diseño completamente al azar, con arreglo combinatorio y cuatro repeticiones.

Se seleccionaron y cortaron estacas sin hojas, se colocaron a cicatrizar por 15 días a la intemperie, antes de sembrarlas, se aplicó Ácido Indolbutírico sumergiendo las estacas por 5 segundos en una de las cuatro concentraciones evaluadas; se sembraron, en 512 bolsas de polietileno llenas de arena blanca, una unidad experimental constituían ocho bolsas, se regó cada dos días, se monitoreo semanalmente el estado y desarrollo de las plantas durante cuatro meses y ocho días, contando y midiendo el desarrollo de brotes; las raíces, porcentaje de eficiencia, masa de brotes y raíces se midieron al final del experimento.

Estadísticamente no se tuvieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos e interacciones, aunque biológicamente el porcentaje de éxito más alto (18.01 %) corresponde a las estacas de 60 centímetros de longitud, que presentó el mayor número, longitud y masa de brotes y raíces.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Clasificación botánica del piñón (*Jatropha curcas* L.)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliópsida

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Jatropha*

Especie: *Jatropha curcas* L.



Figura 2.2: Planta de *Jatropha curcas* L.
(González, 2009)

2.2.2 Propiedades de la semilla de *Jatropha curcas* L.

De las semillas de este arbusto se obtiene un aceite de alta calidad para ser usado como combustible, en sustitución del diesel. El árbol es normalmente de tamaño medio, que alcanza una altura de 3 a 5 metros, dura más de 30 años (Biodisol 2,011).

2.2.3 Producción de *Jatropha curcas* L.

Se puede reproducir por semilla o por estacas; cuando la planta es obtenida por semilla tarda 2 años para producir la primera cosecha. Cuando se obtiene por estacas la primera producción se va a obtener al año, con la ventaja de que la planta no sufre variabilidad genética por la posibilidad de cruce con otras plantas (Biodisol 2,011).



Figura 3.2 Semilla de la *Jatropha curcas L.*

El contenido de aceite de cada semilla está entre 35% y 37% pudiendo llegar a cifras superiores dependiendo de la variedad y manejos culturales. Por ello es muy importante las condiciones y formas de cultivos en que la fertilización especial y el riego tecnificado pueden ser clave en este aspecto (Biodisol 2,011).

2.2.4 Descripción anatómica y morfológica de la *Jatropha curcas L.*

Porte: arbusto o árbol pequeño, caducifolio, de hasta 8 metros de alto, 20 centímetros de diámetro, con fuste ramificado a poca altura. Su copa es ancha e irregular. La corteza es verde amarillenta, casi lisa, delgada como papel, con desprendimientos en tiras horizontales. La parte interna es blanca con rayas rojas, exuda una savia amarillenta y de sabor astringente. Las hojas son simples, alternas, con pecíolos de 5 a 35 centímetros de largo, lámina acorazonada, de 7 a 32 centímetros de diámetro, con tres a cinco lóbulos, de borde liso. El haz es verde, el envés verde claro, glabro o este último con pelillos finos. Las flores son masculinas y femeninas en la misma planta, algunas hermafroditas, sólo con flores femeninas, pequeñas, con pétalos de 6 milímetros de largo, blanquecinas. El fruto es una cápsula elíptica, de 2.5 a 4 centímetros de largo, casi 3 centímetros de ancho, un poco carnosa, amarillento que se vuelve café al madurar y se abre en tres partes. 2 a 3 semillas por fruto, este es oblongo elipsoide, de aproximadamente 2 centímetros de largo y 1 centímetro de ancho, pálidas, con líneas negras conspicuas (Wikipedia 2008).

2.2.5 Desarrollo anatómico de raíces

El proceso de desarrollo de las raíces adventicias en Las estacas de tallo, puede dividirse en tres etapas: (1) Desdiferenciación celular (2) la diferenciación de esos grupos de células en primordios de la raíz reconocibles; (3) el crecimiento y la emergencia de las raíces nuevas y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductivos del esqueje (Hartmann y Kester, 1984).

Aunque con toda probabilidad la facilidad o dificultad con que las estacas desarrollan raíces adventicias, se debe a factores bioquímicos, no se deben de pasar por alto las relaciones de la estructura anatómica del tallo con el enraizado. En algunas plantas hay presentes en el tallo primordios radiculares y en otras la producción de raíces sigue ciertos patrones que corresponden a la estructura anatómica del tallo. O bien existen anillos de esclerénquima situados entre el xilema y el floema, puede constituir una barrera anatómica para el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1984).

La formación de raíces adventicias puede estar limitada por ciertos factores inherentes. Es más probable que para establecer condiciones que favorezcan el enraizamiento, se realicen interacciones entre ciertos factores situados dentro de las células, talvés ciertas enzimas, nutrientes de fácil conducción y factores endógenos de la producción de raíces (Hartmann y Kester, 1984).

En general, el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca y hacia fuera del cilindro central del tejido vascular. Al salir del tallo, las raíces adventicias ya han desarrollado una cofia y los tejidos de la raíz, así como una conexión vascular completa con el tallo del que se originan. Las estructuras de ese tipo se llaman iniciales de raíces preformadas o latentes, y por lo general permanecen durmientes hasta que se hacen esquejes del tallo y se les coloca en condiciones ambientales favorables para su desarrollo (Hartmann y Kester, 1984).

Una vez que se han hecho Las estacas se forma un callo en el extremo basal del esqueje. Existen pruebas de que el pH del medio de enraizamiento puede influir sobre el

tipo de callo que se produzca, el cual a su vez, puede afectar la emergencia de raíces adventicias (Hartmann y Kester, 1984).

2.2.6 Bases fisiológicas de la iniciación de la raíz en las estacas

En las plantas, existen sustancias naturales que tienen propiedades semejantes a las hormonas, son más favorables que otras para la iniciación de raíces adventicias. De ellas, la auxina tiene el mayor efecto sobre la formación de raíz en las estacas (Hartmann y Kester, 1984).

En los tallos, aparentemente la formación inicial de raíz depende de las auxinas nativas presentes en la planta, más un sinérgico. Estas sustancias juntas conducen a la síntesis del ácido ribonucleico (ARN) que interviene en la iniciación de los primordios de la raíz (Hartmann y Kester, 1984).

Se demostró que dos materiales similares, los ácidos indolbutírico (AIB) y naftalenacético (ANA) aunque no ocurrían de manera natural, eran aún más efectivos para el enraizamiento que el ácido indolacético que se presentaba en forma natural (Hartmann y Kester, 1984).

En las estacas de ciertas plantas, la remoción de las yemas detiene la formación de las raíces casi por completo. En algunas plantas, si se remueve un anillo de corteza hasta la madera, justo debajo de una yema, se reduce la formación de raíces, indicando que alguna influencia se desplaza, a través del floema, de la yema a la base del esqueje (Hartmann y Kester, 1984).

Es indudable que los carbohidratos translocados de las hojas contribuyen a la formación de raíces. Se sabe que las yemas y las hojas son poderosos productores de auxina y los efectos se observan directamente debajo de ellas, demostrando que existe un transporte polar del ápice a la base (Hartmann y Kester, 1984).

Un efecto importante de la auxina es provocar la iniciación de raíces laterales y adventicias en raíces y/o brotes. Este efecto tiende a correlacionar el grado de ramificación del sistema radical con el grado de desarrollo de yemas en el brote (Ray, 1975).

La auxina tiende a acumularse justamente arriba de cualquier sitio dañado en el tallo o en el sistema radical estimulando la iniciación de raíces adventicias promoviendo la regeneración de las raíces perdidas y aumentando las probabilidades de supervivencia de las partes aéreas (Ray, 1975).

Se ha visto que cierta cantidad de las auxinas que no son de origen natural en los vegetales, también promueven la formación de raíces en muchas especies. Entre éstas está el ácido indolbutírico. Las hormonas no determinan la formación de raíces en esquejes de especies en las cuales sin su aplicación no se desarrollan por lo menos algunas pocas (Meyer, Anderson y Bohning, 1976).

Es importante señalar que la aplicación de auxinas, en concentraciones relativamente altas, da también como resultado la aparición de deformaciones de crecimiento en las plantas (Meyer, Anderson y Bohning, 1976).

2.2.7 Condiciones ambientales durante el enraizamiento

En Las estacas se ha cortado la provisión natural de agua que viene de las raíces, pero las hojas todavía transpiran. La formación rápida de las raíces permite que la absorción de agua compense la cantidad que es eliminada por las hojas (Hartmann y Kester, 1984).

Ha sido una práctica en invernaderos, asperjar con frecuencia las estacas, las paredes y el piso, para mantener una humedad elevada con el propósito de reducir la evapotranspiración (Hartmann y Kester, 1984).

Las temperaturas del aire excesivamente elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces, y aumentar la pérdida de agua por las hojas (Hartmann y Kester, 1984).

La intensidad y la duración de la luz deben ser lo suficientemente para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean en la respiración (Hartman y Kester, 1984).

2.2.8 Medio de enraizamiento

El medio de enraizamiento tiene tres funciones: (a) mantener el esqueje en su lugar durante el período de enraizado, (b) proporcionar humedad al esqueje y (c) permitir la penetración de aire a la base del mismo. Un medio de enraizamiento ideal proporciona suficiente porosidad para permitir una buena aireación, tiene una alta capacidad para retención de agua y no obstante, buen drenaje, entre estos se encuentra la arena, la cual debe ser lo suficientemente fina para retener algo de humedad alrededor de Las estacas y lo bastante gruesa para permitir que el agua se drene fácilmente a través de ella y permitir la aireación (Hartmann y Kester, 1984).

2.2.8.1 Selección del material vegetal para las estacas

Muchos factores internos, como los niveles de auxina, los cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden influir en la iniciación de raíces. Las estacas que enraízan con facilidad son las que tienen niveles más elevados de reservas de carbohidratos (Hartmann y Kester, 1984).

El material más adecuado para esquejes, en cuanto a riqueza de carbohidratos, puede determinarse por la firmeza del tallo, esto puede lograrse en diferentes formas:

- (a) Reducir la aplicación de Nitrógeno a las plantas madres, con lo que se reducen el crecimiento de las ramas y se permite la acumulación de carbohidratos.
- (b) Escoger para el material de esquejes, porciones de la planta que estén en el estado nutritivo adecuado.

(c) Seleccionar regiones de las ramas que se sabe que tienen un alto contenido de carbohidratos (Hartmann y Kester, 1984).

Sin embargo, para que se efectúe la iniciación de raíces se necesita Nitrógeno en las estacas para la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas, hay un nivel de diferenciación del Nitrógeno disponible, debajo del cual se obstaculizaría la formación de raíces, en esos casos la adición de Nitrógeno estimularía el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1984).

Durante un período de enraizamiento las estacas están expuestas al ataque de varios hongos. El tratamiento con fungicidas debe dar cierta protección y resultar, tanto en una mayor supervivencia como en una mejoría en la calidad de las raíces (Hartmann y Kester, 1984).

Se descubrió que con una mezcla de partes iguales de los ácidos indolbutírico y naftalenacético, al usarla en diversas especies, se lograba mayor porcentaje de esquejes enraizados y más raíces por esqueje que cuando se usaba cualquiera de las sustancias por separado (Hartmann y Kester, 1984)(Pappa 1979).

El empleo de las sales de algunos reguladores del crecimiento en vez del ácido puede ser conveniente, debido a que tiene una actividad semejante y son más solubles en el agua que el ácido. Para uso general en el enraizado de esquejes de tallo en la mayoría de especies vegetales, se recomiendan los ácidos naftalenacético (ANA) e indolbutírico (AIB), particularmente este último, a pesar que en los tejidos del tallo, el flujo de la auxina natural ocurre en dirección basipétala, pero las aplicaciones basales dan mejores resultados (Hartmann y Kester, 1984).

La aplicación de auxinas en altas concentraciones a Las estacas de tallo puede inhibir el desarrollo de las yemas, a veces hasta el punto de que no hay formación de tallos aún cuando la formación de raíces es adecuada. También la aplicación de sustancias de crecimiento a Las estacas de raíz puede inhibir el desarrollo de tallos (Hartmann y Kester, 1984).

La aplicación de 500 partes por millón de Ácido Indolbutírico en las estacas de *Jatropha* proporcionó el mayor número de estacas enraizadas, cuando éstas se colocaron en un ambiente controlado (alta humedad relativa y un ambiente cerrado. Las otras concentraciones utilizadas fueron de 0, 1,000 y 1,500 partes por millón de Ácido Indolbutírico (Earth, 2,011).

El ácido indolacético es sensible a la luz solar fuerte, destruye una concentración de 10 ppm en unos 15 minutos. El AIB es mucho más fotoestable que el AIA y una exposición de 20 horas a la luz solar intensa ocasiona sólo un cambio ligero en la concentración (Hartmann y Kester, 1984).

2.2.9 Propagación por estacas de *Jatropha curcas* L.

2.2.9.1 Número y longitud de brotes por planta y número de hojas por brote

El análisis de varianza, muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados para las tres variables evaluadas (número de brotes, longitud y número de hojas por brote). Estos resultados demuestran que "Piñón blanco" presenta capacidad de establecimiento con abundante número de brotes y número de hojas por brotes, no teniendo influencia el diámetro de las estacas en el establecimiento (Clavo y Torre, 1997).

2.2.9.2 Número de raíces principales, secundarias, terciarias y raicillas y longitud de las raíces principales:

A los seis meses de sembrado "Piñón blanco" presenta una abundante cantidad de raíces, y longitudes de raíces principales superiores a 20 centímetros, independiente del grosor de las estacas; lo que estaría demostrando su excelente capacidad de propagación por estacas, se pudo observar mucha pudrición de raíces y plantas en los bloques mal drenados, con una mortalidad del 65% en la tercera repetición por efecto de la humedad del suelo, lo que indicaría que esta especie no se establece bien en suelos de mal drenaje (Clavo y Torre, 1997).

2.2.9.3 Correlación entre la presencia de brotes y enraizamiento

Se realizó el análisis de correlación simple, para ver si existe relación entre formación de brotes y presencia de raíces, encontrándose que las correlaciones no son significativas. Existe una correlación positiva de $r = 0.74$ significativa marginal ($P \leq 0.09$) entre longitudes de brotes y número de raíces principales. Para esta especie, la longitud de brotes podría tomarse como un indicador de establecimiento (Clavo y Torre, 1997).

Los resultados de este ensayo permiten concluir:

- De las cinco especies evaluadas sólo "Piñón blanco" (*Jatropha curcas L*) presenta una alta capacidad de propagación vegetativa, independientemente del grosor de las estacas, pudiendo variar éstas de 3 a 8 centímetros de grosor.
- La presencia de brotes no necesariamente indica que la especie este enraizada aunque se encontró una correlación positiva $r = 0.74$, una probabilidad marginal de ($P \leq 0.09$) entre la longitud de brotes y raíces (Clavo y Torre, 1997).

2.2.10 Condiciones climáticas del lugar del experimento (2008).

Cuadro 2.1: Tabla de la precipitación y temperatura en los meses que se montó el Experimento.

Variable	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación en milímetros	488.1	536.3	777.2	323.8	35	15
Temperatura en Grados Centígrados	24.2	23.8	23.2	23.5	24.7	24.9

(INSIVUMEH 2009)

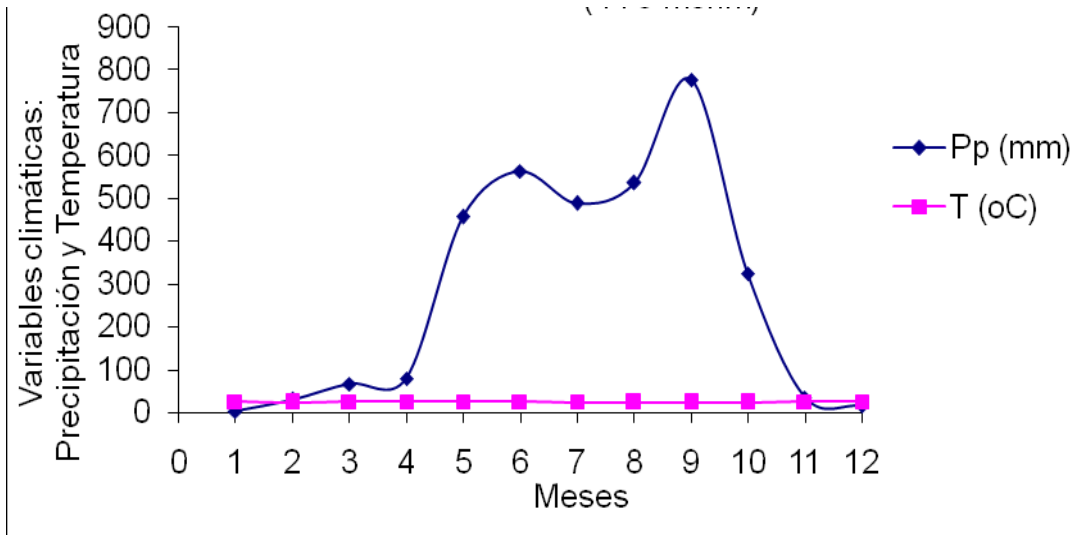


Figura 2.3. Gráfica precipitación y temperatura en El Rodeo, Escuintla.

La siembra fue realizada el 26 de julio. Se tomaron datos el 3 de diciembre. La temperatura tuvo un promedio de 24.05 grados centígrados cuando se hizo el experimento.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del Àcido Indolbutírico en estacas de diferente longitud de *Jatropha curcas* L. en Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar las concentraciones de 0, 500, 1500, y 3000 partes por millón de ácido indolbutírico en el enraizamiento de *Jatropha curcas* L.
2. Evaluar las longitudes de estacas de 20, 40, 60 y 75 centímetros en el enraizamiento de *Jatropha curcas* L.

2.4 Hipótesis

La longitud de estaca de 75 centímetros de *Jatropha curcas* L. combinada con la aplicación de 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico, estimula el enraizamiento para su reproducción vegetativa y aumenta el crecimiento de las estacas.

2.5 Metodología

2.5.1 Ubicación del lugar donde se montó el experimento

El experimento se realizó en la Finca Sabana Grande ubicada en la aldea El Rodeo, Escuintla, Guatemala. (Se colocó adentro de un galpón con el fin de controlar principalmente, la precipitación, ya que en este lugar es de 777.2 milímetros durante septiembre) (INSIVUMEH, 2009).

2.5.2 Procedencia del material experimental

- a) Las estacas se cortaron de árboles que se encontraron dentro de los cafetales de la finca. Éstos se propagaron por estacas y se sembraron con el propósito de ser utilizadas para el establecimiento de mojoneros y no recibieron manejo.
- b) Las soluciones de IBA fue preparadas en la subárea de Propagación de Plantas de la FAUSAC, partiendo de una solución a una concentración al 99% y diluido en Hidróxido de Sodio al uno normal. Se prepararon 0.5 litros de solución para cada tratamiento calculándose de la manera siguiente:

$$\frac{500 \text{ mg. ácido (al 99 \%)}}{1 \text{ L.de (NaOH)}} \times 0.5 \text{ L. (NaOH)} = 250 \text{ mg. de ácido (al 99 \%)}.$$

$$250 \text{ mg.de ácido (al 99 \%)} \times \frac{100 \text{ mg. de ácido comercial}}{99 \text{ mg.de ácido (al 99 \%)}} = 255 \text{ mg. de ácido comercial}$$

$$\frac{1500 \text{ mg. de ácido (al 99 \%)}}{1 \text{ Litro de (NaOH)}} \times 0.5 \text{ L. (NaOH)} = 750 \text{ mg. de ácido (al 99 \%)}.$$

$$750 \text{ mg. de ácido (al 99 \%)} \times \frac{100 \text{ mg. de ácido comercial}}{99 \text{ mg. ácido (al 99 \%)}} = 765 \text{ mg. de ácido comercial}$$

$$\frac{3,000 \text{ mg. de ácido (al 99\%)}}{1 \text{ Litro de (NaOH)}} \times 0.5 \text{ L.de (NaOH)} = \underline{1,500 \text{ mg. de ácido (al 99\%)}}.$$

$$1,500 \text{ mg. de ácido (al 99\%)} \times \frac{100 \text{ mg. de ácido com.}}{99 \text{ miligramos de ácido (al 99\%)}} = 1,530 \text{ mg. de ácido com.l.}$$

(3,000 partes por millón)

2.5.3 Factores de estudio

Longitudes de las estacas evaluadas:

- a) 20 centímetros
- b) 40 centímetros
- c) 60 centímetros
- d) 75 centímetros

Éstas estacas fueron cortadas de los árboles de la finca.

Concentraciones de auxinas (Ácido Indolbutírico):

- a) Cero partes por millón (Testigo).
- b) 500 partes por millón.
- c) 1,500 partes por millón.
- d) 3,000 partes por millón.

Éstas soluciones fueron preparadas en la subárea de Manejo y Mejoramiento de Plantas de la FAUSAC.

2.5.4 Tratamientos

Los tratamientos consisten en las combinaciones realizadas por cada una de las longitudes de las estacas evaluadas con cada una de las concentraciones de ácido indolbutírico aplicadas a la base de las estacas.

- 1) Estacas de 20 centímetros y cero partes por millón de ácido indolbutírico.
- 2) Estacas de 20 centímetros y 500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 3) Estacas de 20 centímetros y 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 4) Estacas de 20 centímetros y 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.

- 5) Estacas de 40 centímetros y cero partes por millón de ácido indolbutírico.
- 6) Estacas de 40 centímetros y 500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 7) Estacas de 40 centímetros y 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 8) Estacas de 40 centímetros y 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 9) Estacas de 60 centímetros y cero partes por millón de ácido indolbutírico.
- 10) Estacas de 60 centímetros y 500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 11) Estacas de 60 centímetros y 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 12) Estacas de 60 centímetros y 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 13) Estacas de 75 centímetros y cero partes por millón de ácido indolbutírico.
- 14) Estacas de 75 centímetros y 500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 15) Estacas de 75 centímetros y 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.
- 16) Estacas de 75 centímetros y 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.

2.5.5 Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, con un arreglo bifactorial con cuatro repeticiones.

2.5.6 Modelo estadístico

El modelo estadístico es $Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$

En donde μ es el efecto de la media general sobre las variables de respuesta, T_i es el efecto del i -ésimo nivel de concentración de ácido indolbutílico, β_j es el efecto del j -ésimo nivel de la longitud de las estacas, $(T\beta)_{ij}$ es el efecto de la interacción entre T_i y β_j , y ϵ_{ijk} es el componente del error aleatorio (Montgomery, 1996).

2.5.7 Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo compuesta de ocho estacas de *Jatropha curcas L.* sembradas en bolsas de polietileno de 8 por 12 pulgadas y 0.3 milímetros de espesor conteniendo arena blanca como sustrato, colada en un tamiz de dos milímetros.

2.5.8 Manejo del experimento

1. Se cortaron estacas sin hojas, de 20, 40, 60 y 75 centímetros de longitud.
2. Todas las estacas se almacenaron por 15 días, para que cicatrizaran, antes de proceder a las siembras.
3. Se llenaron 512 bolsas de de polietileno, de 8 por 12 pulgadas y 0.3 milímetros de espesor, con arena blanca.
4. Se aplicó el ácido indolbutírico, sumergiendo las estacas durante cinco segundos.
5. Se procedió a la siembra de las estacas.
6. Se colocaron los tratamientos en forma aleatoria, en base a las unidades experimentales, debajo de un galpón para controlar la aplicación de agua.

Se monitoreó el estado de las plantas durante ciento ochenta y ocho días para mantenerlas libres de malezas y plagas aunque se detectó presencia de cercóspora y virus. Se estuvo aplicando riego, con una regadera de un galón (3.78 litros), cada dos días.

2.5.9 Variables de respuesta

- a) Número de brotes por unidad experimental (ocho estacas), se contó cada semana, hasta completar cuatro meses y ocho días.
- b) Longitud de brotes (tomando en cuenta las ocho estacas), cada semana, hasta completar cuatro meses y ocho días.

Se usó una regla graduada en centímetros y milímetros, se midió la longitud de los brotes de la base hasta el extremo apical.

- c) Número de raíces a los cuatro meses y ocho días.
- d) Longitud de las raíces a los cuatro meses y ocho días. Se utilizó una regla graduada en centímetros y milímetros y se midió desde la estaca hasta su ápice.
- e) Porcentaje de eficiencia de la aparición de brotes y raíces: relacionando el número de estacas, que llegaron a producir brotes y raíces, con respecto al total de las estacas colocadas en el experimento.

- f) Peso seco de raíces y brotes después de transcurridos ciento ochenta y ocho días. Los brotes y las raíces fueron separados de las estacas, lavados y llevados al laboratorio de Fitopatología para colocarlos en un horno Fister Scientific, modelo 630 G, tipo Isotemp oven, serie 1100197 de 60 Hz por tres días a una temperatura de 65 grados centígrados se introdujo en bolsas de papel perforadas para su proceso de deshidratación, posteriormente se procedió a medir el peso en gramos de los brotes y las raíces, utilizando para ello una balanza semi-analítica, marca Boeco.

2.5.10 Análisis estadístico

A los datos obtenidos se les realizó la transformación $Y^2 = x^2 + 1$. (Estandarización de datos) porque no presentaron una distribución normal; y un análisis de varianza (ANDEVA) y en caso de diferencias se utilizó es el mejor tratamiento (para ver cual es el mejor tratamiento se utilizó la prueba de medias Tukey).

Se realizó el análisis de correlación simple, para ver si existe relación entre formación de brotes y presencia de raíces.

2.6 Resultados y discusión

Las variables de respuesta que mostraron significancia fueron la longitud de brotes ($p=0.0001$), el número de brotes ($p=0.0001$), número de raíces ($p=0.0001$), porcentaje de eficiencia ($p=0.0001$) y longitud promedio de brotes ($p=0.0008$), (Cuadro 2.2).

Para casi todas las variables respuesta, exceptuando únicamente el número de brotes, cuyo mejor grupo lo constituyen las estacas de 60 y 75 centímetros, se obtuvo que las longitudes de 40, 60 y 75 centímetros presentan el mejor grupo, al haber sido el grupo que tuvo mejores resultados en la propagación (Cuadros 2.3- 2.6).

Ninguno de los tratamientos con ácido indolbutírico, y por tanto ninguna interacción entre éstos con la longitud de las estacas mostraron diferencias estadísticas significativas. La longitud de las estacas de 20 centímetros en las estacas no produjo brotes ni raíces.

Un grupo de estacas (60 centímetros de largo) nos brindó mejores resultados debido a su buena relación de C/N, que incide en la cantidad de nutrientes almacenados. Otro factor que ayudó a que se mantuviera el crecimiento es la existencia de raíces.

Muchos factores internos, como los niveles de auxina, los cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden influir en la iniciación de raíces. Las estacas que enraízan con facilidad son las que tienen niveles más elevados de reservas de carbohidratos. (Hartmann y Kester, 1984). Esto demuestra que para el caso de inicio de brotes y raíces está influenciado por la relación Carbono/Nitrógeno por lo que debe tomarse en cuenta la homogeneidad en la edad de las ramas de la planta plantas madre, la cual es difícil medir en el campo, por lo que la madurez se calculó por simple observación.

Cuadro 2.2. Análisis de varianza de los resultados que tuvieron diferencia significativa.

VARIABLES DE RESPUESTA	p-valor	COEFICIENTES DE VARIACIÓN
Longitud de Brotes	0.0001*	39.10 %
Longitud de Raíces	0.0001*	63.28 %
Peso de Brotes	0.0001*	80.57%
Peso de Raíces	0.0274*	35.26%
Número de Brotes	0.0001*	38.74%
Número de Raíces	0.0001*	24.89%
Porcentaje de Eficiencia	0.0001*	60.98%

*Existió diferencia significativa en la interacción de tratamientos. Concentraciones de IBA y longitud de las estacas utilizadas en el experimento.

2.6.1 Longitud de brotes

Para este caso, las estacas de 60 y 75 centímetros son las que presentan la mayor longitud (8.24 y 6.18 centímetros respectivamente, cuadro 2.3). En las estacas de otras longitudes puede observarse que a medida que disminuye la longitud de las estacas, se reduce la longitud promedio de brotes, pudiendo observarse que las estacas de 20 centímetros no producen brotes ni raíces. (figura 2.17).

Existe una correlación positiva de $r = 0.74$ significativa marginal ($P \leq 0.09$) entre longitudes de brotes y número de raíces principales. Para esta especie, la longitud de brotes podría tomarse como un indicador. (Clavo y Torre, 1997)

2.6.2 Número de brotes

Las estacas de 60 y 75 centímetros produjeron más brotes (18.18 y 15 brotes respectivamente), conformando el mejor grupo, pudiendo observarse en las otras longitudes de estacas, que a medida que se reduce el largo de las estacas, disminuyen también el número de brotes posiblemente por tener menos reserva de nutrientes.

(Cuadro 4). Observemos en los casos anteriores que el comportamiento estadístico es el mismo (Cuadros 2.2 y 2.3)

Cuadro 2.3. Grupos con diferencia significativa para la longitud de los brotes por estaca.

Largo de las estacas. (centímetros)	Medias Estandarizadas. Longitud promedio de brotes (centímetros)	Medias no estandarizadas. Longitud promedio de brotes (centímetros)	n			
60	3.04	8.24	16	A		
75	2.68	6.18	16	A		
40	1.94	2.76	16		B	
20	1.00	0.00	16			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Cuadro 2.4. Grupos con diferencia significativa para el número de los brotes por estaca.

Largo de las estacas. (centímetros)	Medias Estandarizadas (Número promedio de brotes)	Medias no estandarizadas. (Número promedio de brotes)	N			
60	4.38	18.18	16	A		
75	4.00	15.00	16	A		
40	2.48	5.15	16		B	
20	1.00	0.00	16			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

2.6.3 Número de raíces:

La longitud de las estacas de 60 centímetros es la que presenta el promedio más alto en el número de raíces (1.59); sin embargo, son estadísticamente iguales las de 75 centímetros y 40 centímetros. En términos generales se aprecia y a medida que disminuye la longitud de las estacas se reduce también el número de raíces, mostrando las estacas de 20 centímetros el menor número. (Cuadro 5).

Cuadro 2.5. Grupos con diferencia significativa para el número de raíces por estaca.

Largo de las estacas. (centímetros)	Medias Estandarizadas (Número promedio de raíces)	Medias no Estandarizadas (Número promedio de raíces)	N		
60	1.61	1.59	16	A	
75	1.41	0.99	16	A	
40	1.38	0.90	16	A	
20	1.00	0.00	16		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

2.6.4 Porcentaje de eficiencia:

Antes de analizar la prueba de medias del porcentaje de eficiencia, hay que mencionar que el mismo se calculó comparando el número de estacas que alcanzaron la producción de brotes y raíces con el número de estacas que no tuvieron éxito, según Ray, (1975) el éxito en los brotes está relacionado con la producción de raíces, pero en este caso, hubieron estacas que sólo presentaron brotes y al no tener raíces para adsorber agua y nutrientes del suelo, se marchitaron.

Por otro lado, es necesario destacar que los porcentajes de éxito más alto, corresponden a las estacas de 60 centímetros de longitud (18.01 %). En las demás longitudes de las estacas, a medida que se reduce la longitud de las estacas disminuye también el porcentaje de eficiencia. (cuadro 6)

Cuadro 2.6. Grupos con diferencia significativa para el Porcentaje de Eficiencia.

Largo de las estacas. (centímetros)	Medias Estandarizadas (% de éxito brote y raíz)	Medias no Estandarizadas (% de éxito brote y raíz)	N			
60	4.36	18.01	16	A		
75	3.10	8.61	16	A		
40	2.63	5.92	16		B	
20	1.00	0.00	16			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Para el peso de brotes y raíces se observaron diferencias significativas; siendo las estacas de 60 y 75 centímetros las que presentaron mayor peso. Estacas de 60 cm: peso brotes: 4.86 gramos, peso raíces: 1.43 gramos, estacas de 75 cm: peso brotes: 3.08 gramos y peso raíces: 1.17 gramos) (ver anexos)

2.6.5 Correlación entre las variables independientes de longitud y diámetro de las estacas con el número de brotes, número de raíces y porcentaje de eficiencia.

Se compararon los resultados del largo y diámetro medio de las estacas de *Jatropha curcas L.* con el número de brotes, número de raíces y porcentaje de eficiencia por medio de Info-Stat con el 5% de error.

Las variables que más tuvieron relación, fueron el largo de las estacas con el número de brotes, porque entre más longitud de las estacas, más cantidad de brotes ($r=0.60$, Cuadro 2.7).

Cuadro 2.7. Coeficiente de Correlación entre variables independientes y dependientes.

CORRELACIONES		R
Largo de Estaca	Número de Brotes.	0.60
Largo de Estaca	Número de Raíces.	0.36
Largo de Estaca	Porcentaje de Eficiencia.	0.33
Diámetro de las estacas	Número de Brotes.	0.19
Diámetro de las estacas	Número de Raíces.	0.29
Diámetro de las estacas	Porcentaje de Eficiencia.	0.26

Se realizó el análisis de correlación simple, para ver si existe relación entre la formación de brotes y la presencia de raíces, encontrándose que todas las correlaciones no son significativas; sin embargo podríamos indicar que existe una correlación positiva de $r = 0.74$ significativa marginal ($P \leq 0.09$) entre longitudes de brotes y número de raíces principales, podríamos interpretar estos resultados en el sentido de que para esta especie (*Jatropha curcas L.*), la longitud de brotes podría tomarse como un indicador de establecimiento. (Clavo y Torre, 1997)

2.7 Conclusiones

No se observa diferencia significativa en la producción de brotes y raíces en las diferentes longitudes de estacas *Jatropha curcas* L. y concentraciones de ácido indolbutírico.

El 18.01 % de las estacas de 60 centímetros de *Jatropha curcas* L. desarrollaron brotes y raíces.

2.8 Recomendación

Realizar estudios con longitudes de estacas de *Jatropha curcas* L. entre los 50 y 75 centímetros tomando en cuenta además su diámetro y el estado de madurez en que se encuentren las ramas de donde se obtendrán las estacas.

2.9 Bibliografía

1. Azurdia, C; Asturias Pullin, R; Barillas, E; Montes, L. 2009. Caracterización molecular de las variedades de *Jathropha curcas* L. en Guatemala, con fines de mejoramiento (en línea). Guatemala, Proyecto AGROCYT 012-2005. Consultado 20 jun 2009. Disponible en <http://gt.chm-cbd.net/informacion/recursos-geneticos>
2. Biocombustibles de Guatemala, GT. 2009. Proyectos de investigación en piñón (*Jathropha curcas* L.) (en línea). Guatemala. Consultado 10 ene 2010. Disponible en <http://www.biocombustibles.com.gt/>
3. Biodisol.com. 1999. *Jatropha curcas* (physic-nut, pinhao, manso o tempate) (en línea). Ecuador, PUCEI. Consultado 10 ene 2011. Disponible en <http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/jatropha-curcas-physic-nut-pinhao-manso-tempate/>
4. Clavo P, M; Torre, M De la. 1997. Capacidad de propagación vegetativa de cinco especies arbóreas para cercos ganaderos con postes vivos en la zona de Pucallpa (en línea). Investigaciones Pecuarias 8(1):69-73. Consultado 20 nov 2008. Disponible en sisbib.unmsm.edu.pe/BV/revistas/veterinaria/v08_n1/propagacionv.htm
5. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 22-23 y 39.
6. Cultivos Energéticos SRL.com.ar. 1999. Estacas de *Jatropha curcas*: propagación sexual de la *Jatropha curcas* (en línea). Argentina. Consultado 10 jun 2010. Disponible en http://www.jatrophacurcasweb.com.ar/ver_notas.php?id=23
7. Garcés, GP. Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de jatropa (*Jatropha curcas* L.) (en línea). Ibama, Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de Tecnología de Oleaginosas, Cultivos Energéticos Alternativos. 14 p. Consultado 10 ene 2011. Disponible en <http://pucei.edu.ec:1640/ecaa/documentos/libros/cultivos/25-38.pdf> o en <http://ebookbrowse.com/25-38-pdf-d125329835>
8. González, D. 2009. Piñón manso o jatropa (en línea). Paraguay, ABC Digital. Consultado 18 mayo 2011. Disponible en http://www.abc.com.py/files/image/202/202832/4d53eada29c94_359_300!.jpg?s=f7fa67ef0e55fe1696c375e3173e5c2f
9. Hartmann, HT; Kester, DE. 1984. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 814 p.
10. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agrícola, CL). 2009. Evaluación agronómica de *Jatropha curcas* L. como materia prima para producir biodiesel bajo condiciones

- edafoclimáticas de Chile semiárido (en línea). Chile. Consultado 10 jun 2010. Disponible en http://www.conama.cl/portal/1301/articulos-46991_EvaluacionAgronomicaJatrophaCurcas.pdf
11. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. GT). 2009. Registros meteorológicos de la estación Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 20 nov 2009. Disponible en <http://www.google.com/search?q=Insivumeh+estsci%C3%B3n+sabana+grande&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a>
 12. Jiménez Zúñiga, AM. 2002. Caracterización de diez genotipos de saragundi (*Senna reticulata* (Willd.) H.S. Irving & Barneby), propagación vegetativa por estacas y desarrollo de productos e Pocora, Costa Rica (en línea). Guácimo, Costa Rica, CATIE. 65 p. Consultado 10 ene 2011. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/99058.pdf>
 13. Meyer, BS; Anderson, DB; Bohning, RH. 1976. Introducción a la fisiología vegetal. Trad. por Luís Guibert y Roberto Pitterbarg. 4 ed. Buenos Aires, Argentina, EUDEBA. 579 p.
 14. Montgomery, CD. 1996. Diseño y análisis de experimentos. México, Grupo Editorial Iberoamérica. 596 p.
 15. Pappa De Egurrola, AG. 1979. Efectos de la aplicación de hormonas en el enraizamiento de *Petunia grandiflora* doble variedad rojo 2. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 43 p.
 16. Perdomo, R. 1968. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas y mineralógicas y cartografía de suelos de la finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía / Instituto Geográfico Nacional, División Geográfica. 73 p.
 17. Ray, PM. 1975. La planta viviente. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 272 p.
 18. Roettger, DJ. 2007. Piñón (*Jatropha curcas*) y su potencial como planta energética en Perú (en línea). Perú. Consultado 20 nov 2009. Disponible en http://www.cober.pe/cober_i/dia2-a-Biocombustibles/14%20Roettger%20Dagmar.pdf
 19. Rojas Garcidueñas, M. 1979. Fisiología vegetal aplicada. 2 ed. México, McGraw-Hill. 262 p.
 20. Vega Lozano, JA De la. 2008. *Jatropha curcas*: agro-energía (en línea). México, Agro-Proyectos y Agro-Energía. 21 p. Consultado 10 jun 2010. Disponible en <http://www.3wmexico.com/images/JatrophaResumen.pdf>

2.10 Anexos

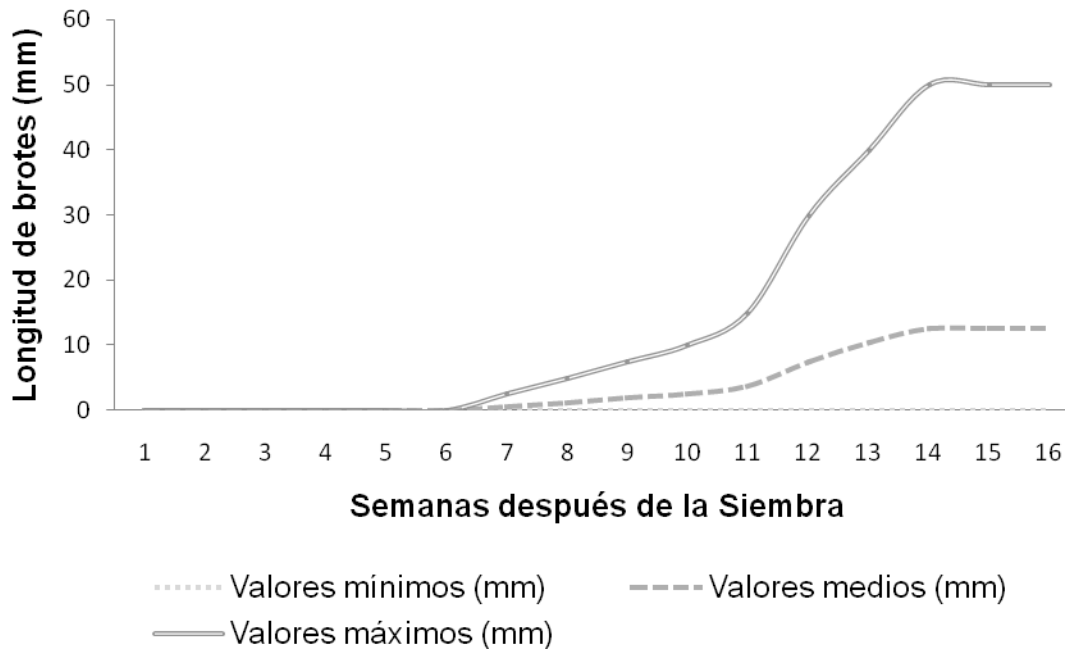


Figura 2.4. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de cero partes por millón de ácido indolbutírico.

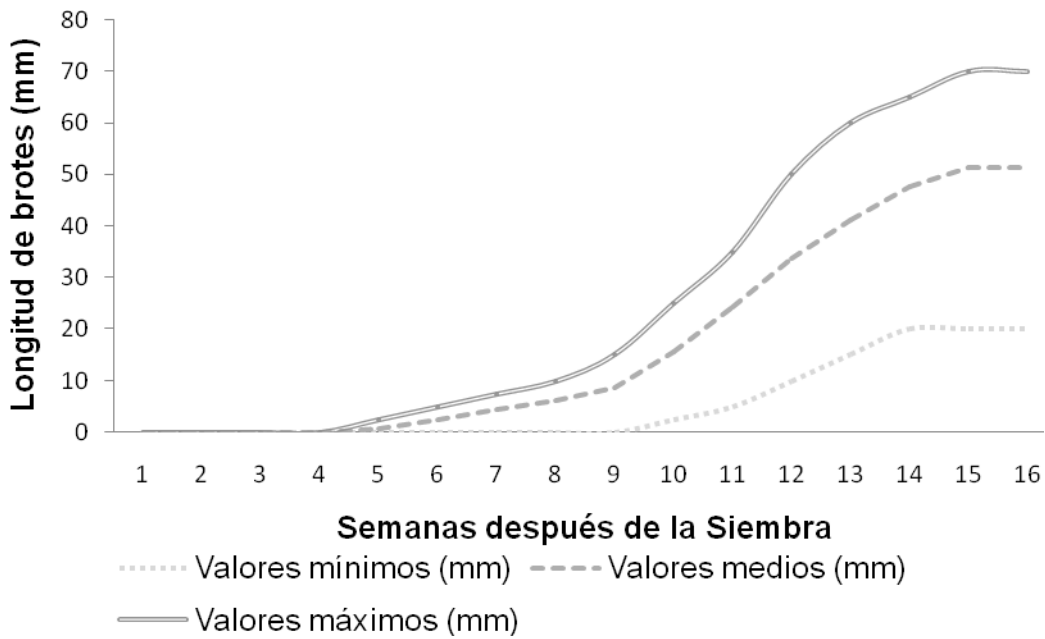


Figura 2.5. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de 500 partes por millón de ácido indolbutírico.

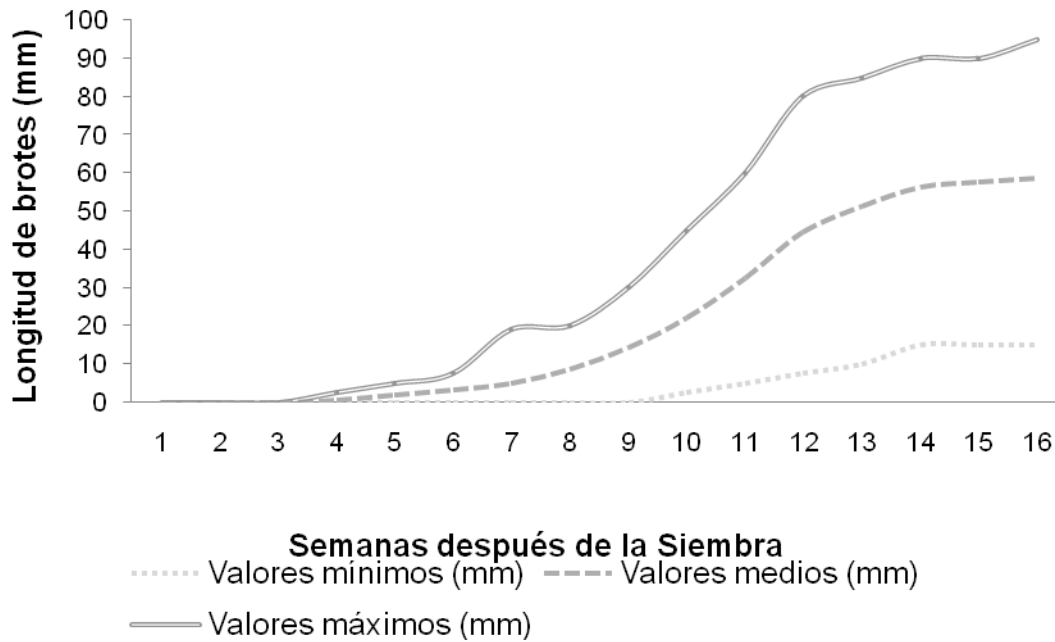


Figura 2.6. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.

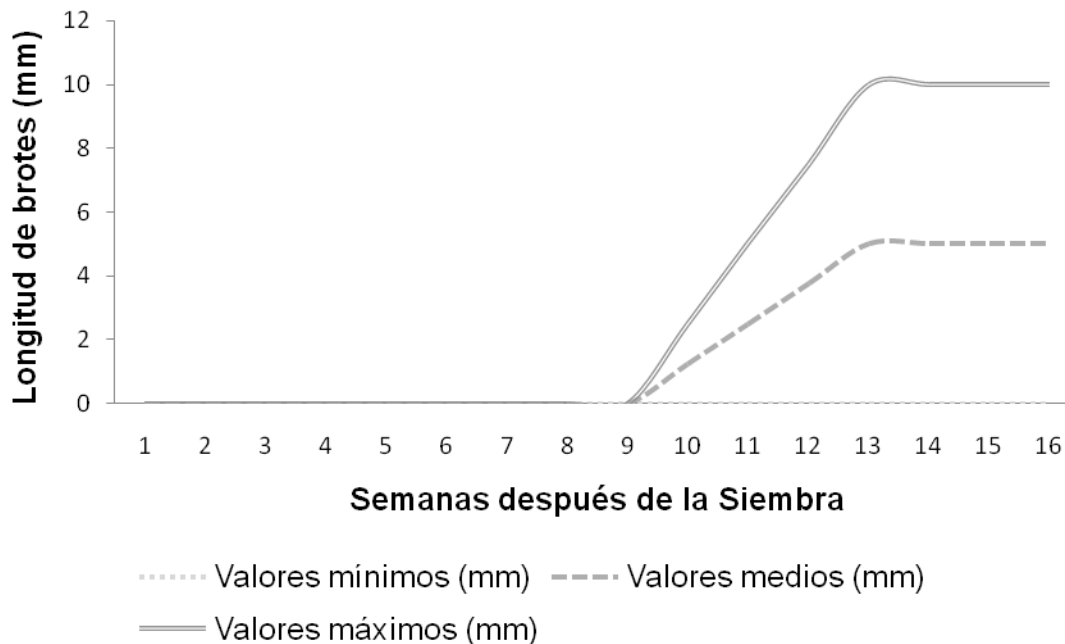


Figura 2.7. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 40 centímetros y concentración de 3000 partes por millón de ácido indolbutírico.

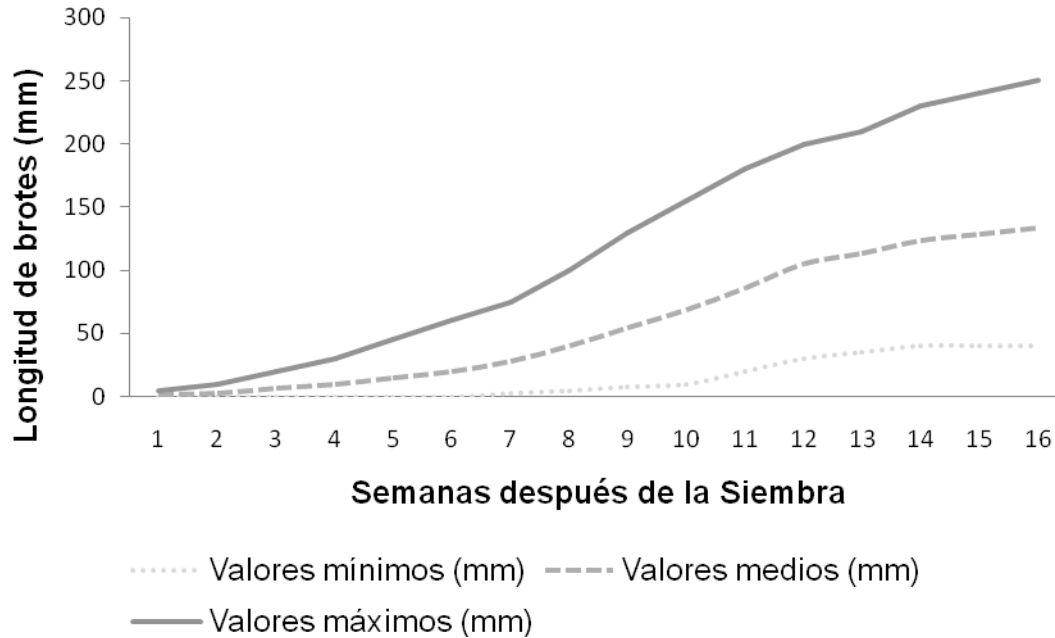


Figura 2.8. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 0 partes por millón de ácido indolbutírico.

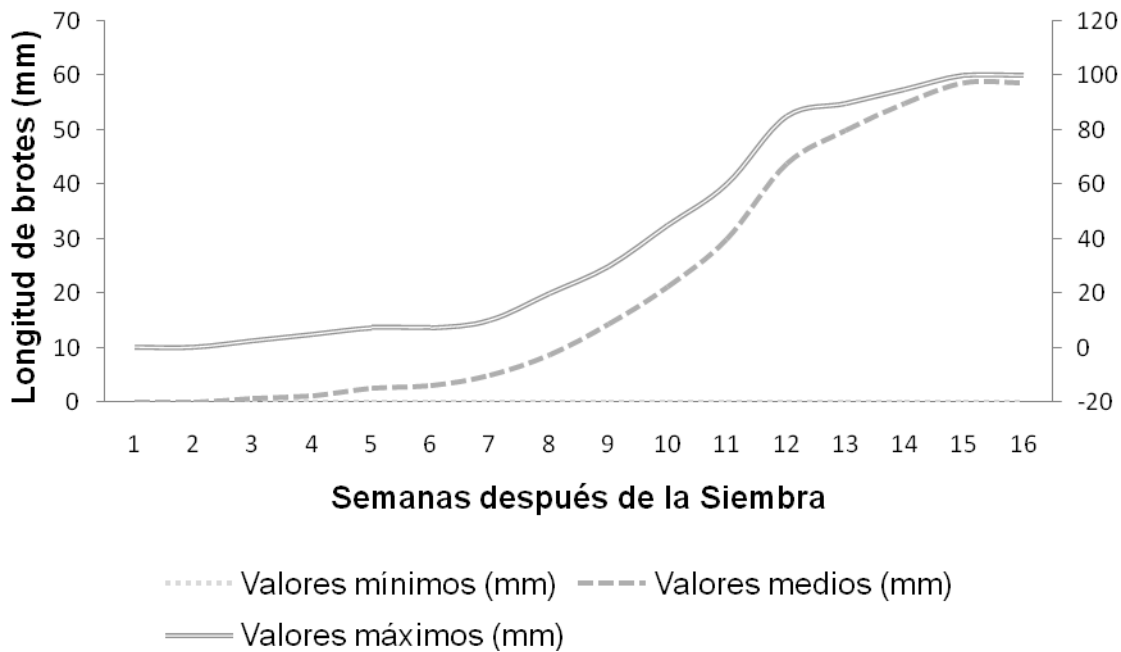


Figura 2.9. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 500 partes por millón de ácido indolbutírico.

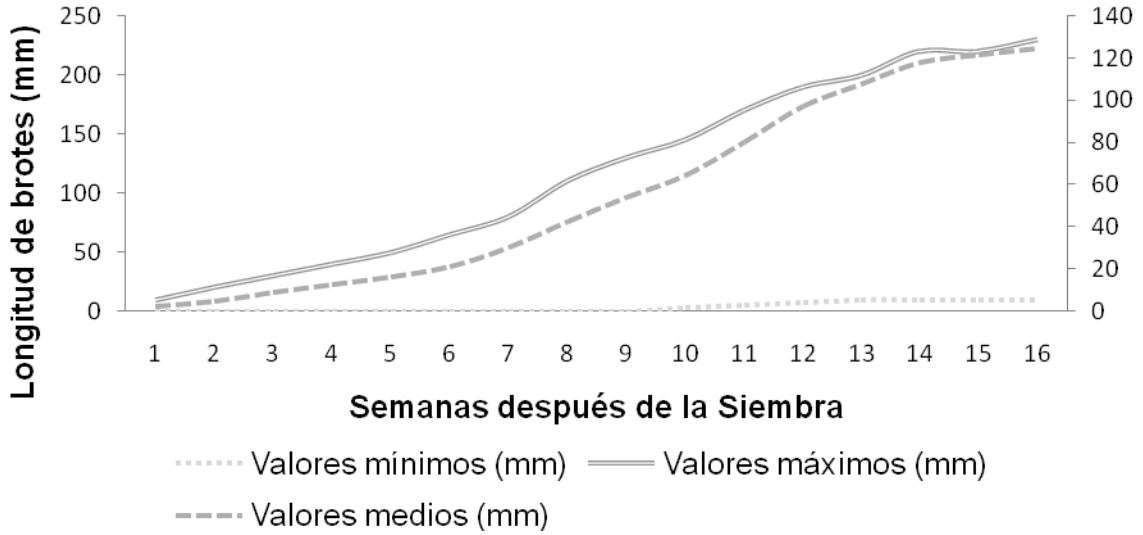


Figura 2.10. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.

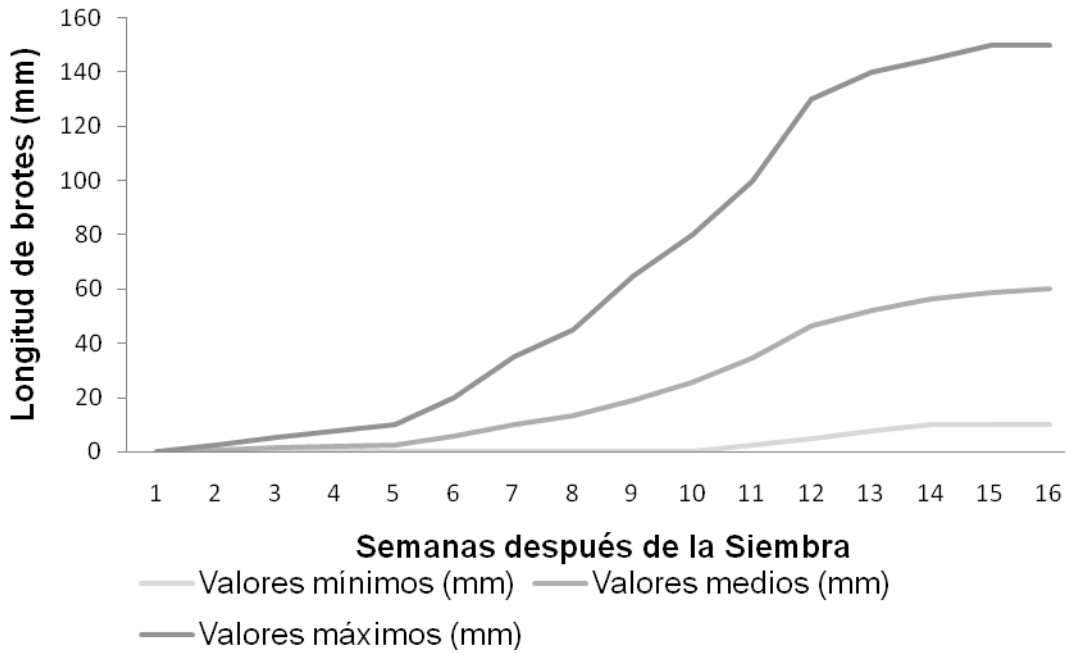


Figura 2.11 Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 60 centímetros y concentración de 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.

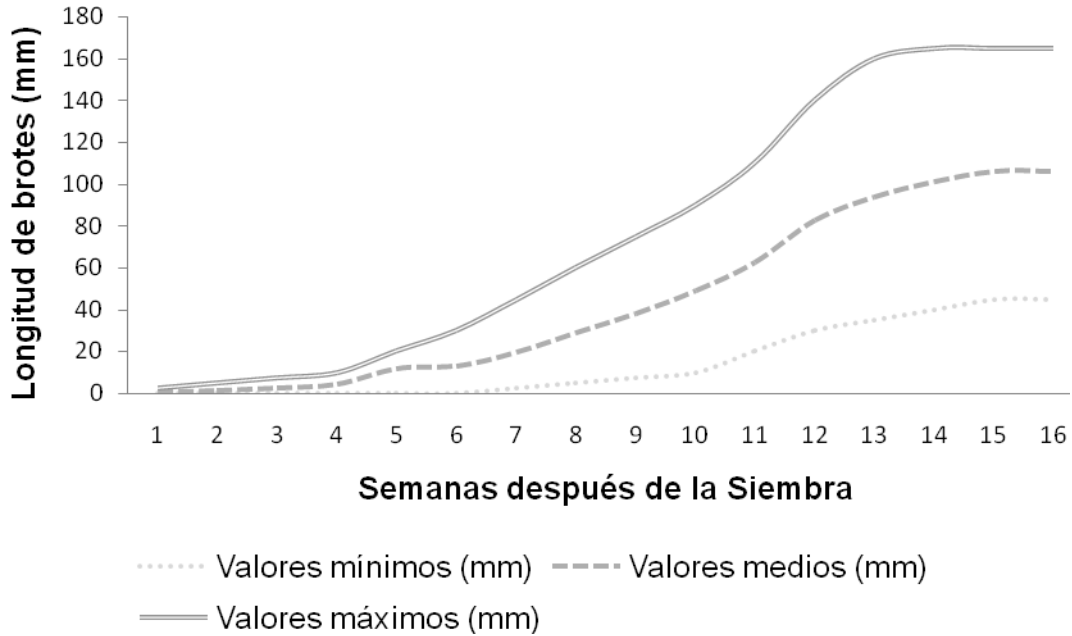


Figura 2.12. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 0 partes por millón de ácido indolbutírico.

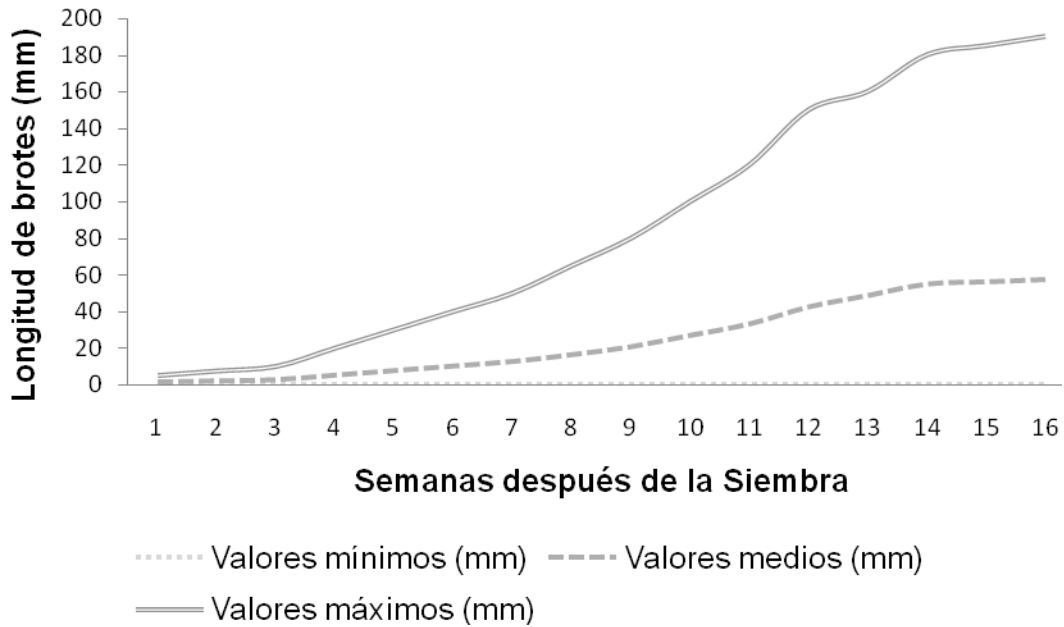


Figura 2.13. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 500 partes por millón de ácido indolbutírico.

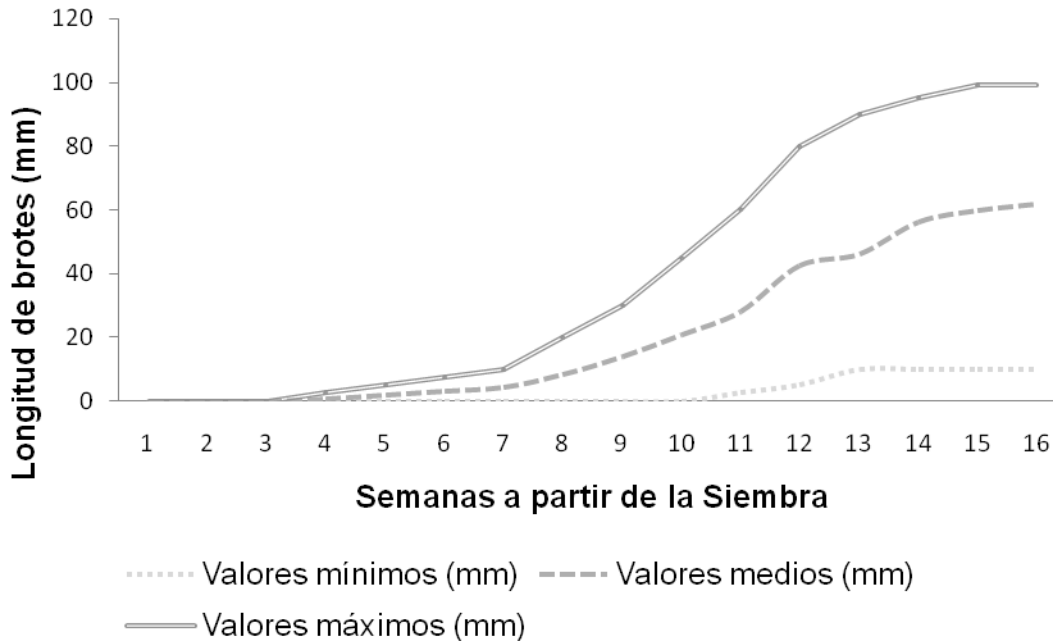


Figura 2.14. Crecimiento semanal de los brotes, a partir de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 1,500 partes por millón de ácido indolbutírico.

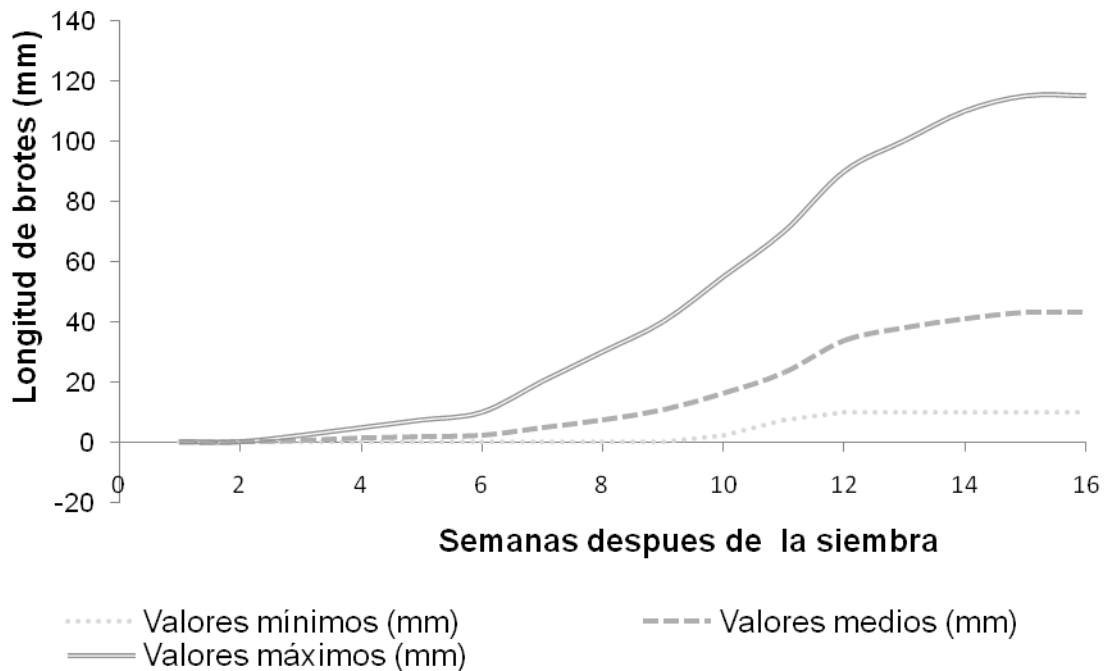


Figura 2.15. Crecimiento semanal de los brotes, después de la siembra, en las estacas de 75 centímetros y concentración de 3,000 partes por millón de ácido indolbutírico.

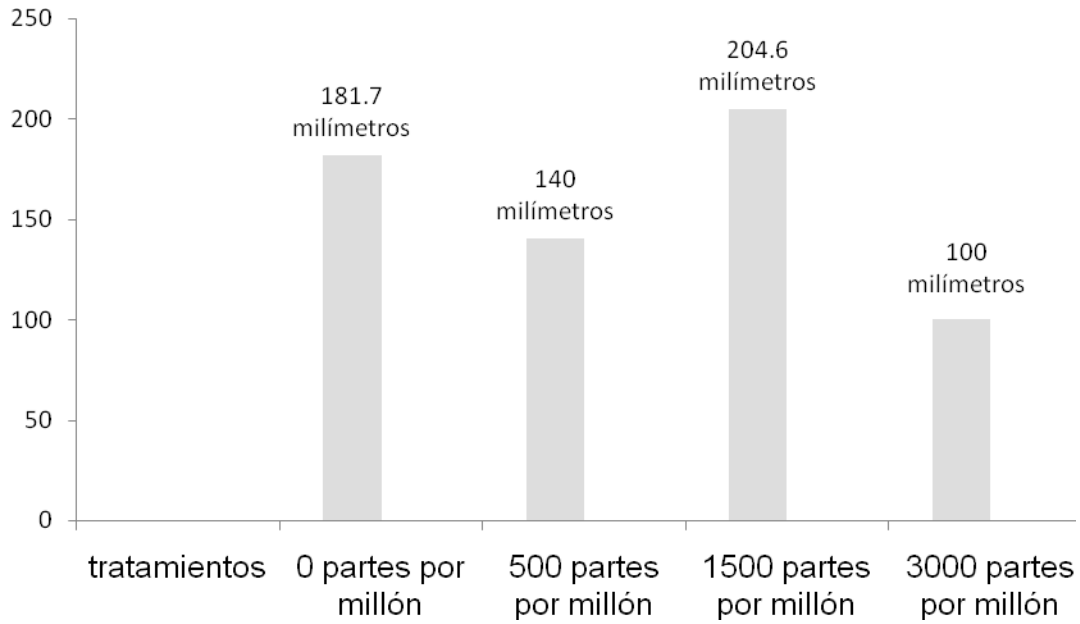


Figura 2.16. Promedio de longitudes de raíces contra tratamientos concentraciones de IBA.

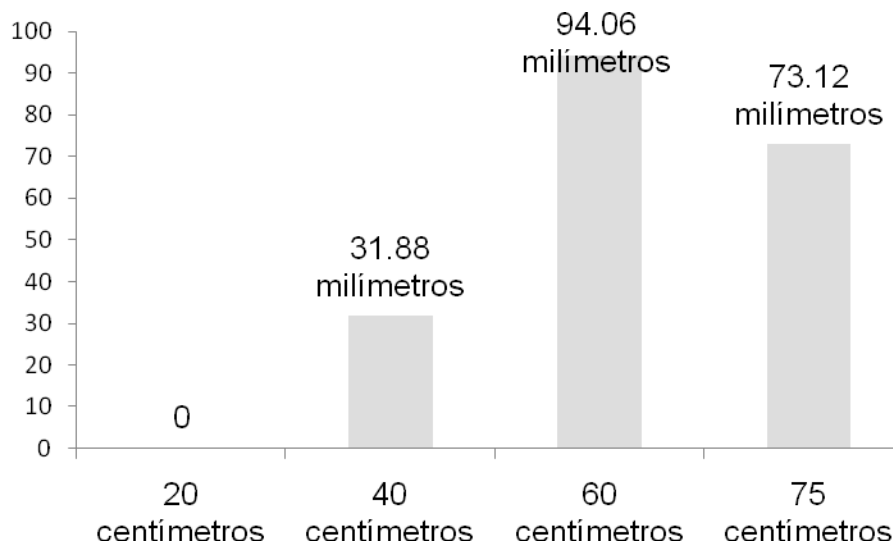


Figura 2.17. Promedio de longitud de brotes contra longitud de las estacas.

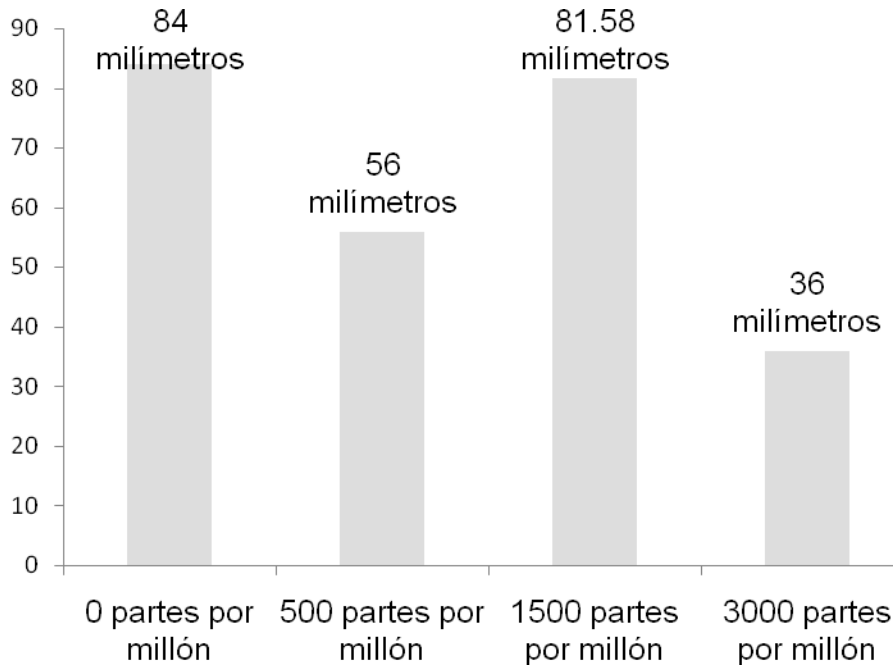


Figura 2.18. Longitud de brotes contra Concentraciones de IBA.

Cuadro 2.8. Resultados de las diferentes variables de respuesta.

Repetición	Largo (centímetros)	IBA IBA (ppm)	Díámetro (centímetros)	L. Brotes (centímetros)	L. Raíces (centímetros)	Peso brotes (g)	Peso Raíces (g)	N. Brotes	Porcentaje de eficiencia	N. Raíces	L. Pr. Brotes (centímetros)	L. pr. Raíces L. Pr. Raíces (centímetros)	P. Pr. Brotes (g)	P. Pr. Raíces (g)
1.0	1.0	1.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	2.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	3.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	1.0	4.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	2.0	1.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	2.0	2.0	4	7.0	13.0	6.72	0.06	13.0	12.5	2.0	0.5	6.5	0.5	0.0
1.0	2.0	3.0	4	4.0	16.0	13.56	0.1	13.0	37.5	3.0	0.3	5.3	1.0	0.0
1.0	2.0	4.0	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	3.0	1.0	4.5	4.0	33.0	17.86	0.38	22.0	12.5	3.0	0.2	11.0	0.8	0.1
1.0	3.0	2.0	4.5	5.5	31.0	11.45	0.52	27.0	25.0	3.0	0.2	10.3	0.4	0.2
1.0	3.0	3.0	4	23.0	49.5	139.8	1.1	34.0	62.5	4.0	0.7	12.4	4.1	0.3
1.0	3.0	4.0	4.5	5.5	27.0	55.74	0.62	14.0	12.5	2.0	0.4	13.5	4.0	0.3
1.0	4.0	1.0	4.5	16.5	23.0	30.3	1.26	11.0	12.5	2.0	1.5	11.5	2.8	0.6
1.0	4.0	2.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	4.0	3.0	4.5	4.3	8.0	1.72	0.06	11.0	12.5	1.0	0.4	8.0	0.2	0.1
1.0	4.0	4.0	5	1.5	25.2	17.09	0.43	8.0	12.5	2.0	0.2	12.6	2.1	0.2
2.0	1.0	1.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	1.0	2.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	1.0	3.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	1.0	4.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	2.0	1.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	2.0	2.0	3	2.0	0.0	0.11	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0
2.0	2.0	3.0	3.5	9.5	47.0	43.09	1.1	17.0	25.0	4.0	0.6	11.8	2.5	0.3
2.0	2.0	4.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	3.0	1.0	4	25.0	23.0	33.83	0.82	29.0	25.0	2.0	0.9	11.5	1.2	0.4
2.0	3.0	2.0	4	8.0	22.0	13.82	0.22	3.0	25.0	2.0	2.7	11.0	4.6	0.1
2.0	3.0	3.0	5	1.0	0.0	0.08	0.0	13.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
2.0	3.0	4.0	4.5	13.5	43.5	59.81	2.54	15.0	50.0	3.0	0.9	14.5	4.0	0.8
2.0	4.0	1.0	4	12.0	21.0	19.68	0.23	23.0	25.0	2.0	0.5	10.5	0.9	0.1
2.0	4.0	2.0	4	2.0	0.0	0.35	0.0	12.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
2.0	4.0	3.0	4.5	1.0	0.0	0.12	0.0	10.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0

2.0	4.0	4.0	3.5	1.0	0.0	0.19	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	1.0	1.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	1.0	2.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	1.0	3.0	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	1.0	4.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	2.0	1.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	2.0	2.0	4.5	6.5	35.0	18.18	0.34	11.0	12.5	3.0	0.6	11.7	1.7	0.1
3.0	2.0	3.0	4.5	1.5	0.0	0.01	0.0	3.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
3.0	2.0	4.0	4	1.0	0.0	0.07	0.0	7.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
3.0	3.0	1.0	4	10.8	16.0	7.6	0.07	29.0	12.5	1.0	0.4	16.0	0.3	0.1
3.0	3.0	2.0	5	10.0	35.0	87.78	13.71	51.0	62.5	2.0	0.2	17.5	1.7	6.9
3.0	3.0	3.0	4	14.19	20.5	13.68	0.33	7.0	25.0	1.0	2.0	20.5	2.0	0.3
3.0	3.0	4.0	4	1.0	0.0	0.06	0.0	12.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
3.0	4.0	1.0	5	9.5	47.0	31.29	4.24	14.0	25.0	4.0	0.7	11.8	2.2	1.1
3.0	4.0	2.0	4	2.0	0.0	0.52	0.0	19.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
3.0	4.0	3.0	3.5	9.9	15.5	12.22	0.15	44.0	25.0	1.0	0.2	15.5	0.3	0.2
3.0	4.0	4.0	4	11.5	16.0	12.35	0.24	12.0	12.5	1.0	1.0	16.0	1.0	0.2
4.0	1.0	1.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	1.0	2.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	1.0	3.0	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	1.0	4.0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.0	2.0	1.0	4	5.0	20.0	2.4	0.1	18.0	12.5	2.0	0.3	10.0	0.1	0.1
4.0	2.0	2.0	4	5.0	2.5	0.3	0.02	3.0	12.5	1.0	1.7	2.5	0.1	0.0
4.0	2.0	3.0	4.5	15.0	41.5	8.63	0.67	15.0	50.0	3.0	1.0	13.8	0.6	0.2
4.0	2.0	4.0	4	1.0	0.0	0.03	0.0	6.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
4.0	3.0	1.0	4.5	13.5	27.0	28.2	2.18	21.0	25.0	2.0	0.6	13.5	1.3	1.1
4.0	3.0	2.0	4.5	2.0	0.0	0.34	0.0	8.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
4.0	3.0	3.0	4	11.5	38.0	49.68	1.51	20.0	37.5	3.0	0.6	12.7	2.5	0.5
4.0	3.0	4.0	4	2.5	0.0	0.09	0.0	12.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
4.0	4.0	1.0	4	16.5	8.0	3.07	0.02	30.0	12.5	1.0	0.6	8.0	0.1	0.0
4.0	4.0	2.0	4	19.0	34.0	56.65	0.74	12.0	12.5	2.0	1.6	17.0	4.7	0.4
4.0	4.0	3.0	3.5	9.5	9.5	10.12	0.1	21.0	12.5	1.0	0.5	9.5	0.5	0.1
4.0	4.0	4.0	4	3.0	9.8	2.24	0.04	8.0	12.5	1.0	0.4	9.8	0.3	0.0

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de brotes	64	0.65	0.51	39.10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	59.44	18	3.30	4.61	<0.0001
rep	1.89	3	0.63	0.88	0.4585
estacas	38.94	3	12.98	18.11	<0.0001
IBA	6.32	3	2.11	2.94	0.0432
estacas*iba	12.28	9	1.36	1.90	0.0758
Error	32.26	45	0.72		
Total	91.69	63			

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 0.79967

Error: 0.7168 gl: 45

estacas	Medias	n	
1.00	1.00	16	A
2.00	1.94	16	B
4.00	2.68	16	B C
3.00	3.04	16	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de raíces	64	0.51	0.32	63.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	154.05	18	8.56	2.63	0.0045
rep	5.26	3	1.75	0.54	0.6589
estacas	97.85	3	32.62	10.01	<0.0001
iba	12.10	3	4.03	1.24	0.3073
estacas*iba	38.85	9	4.32	1.32	0.2515
Error	146.65	45	3.26		
Total	300.70	63			

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 1.70506

Error: 3.2589 gl: 45

estacas	Medias	n		
1.00	1.00	16	A	
2.00	2.67	16	A	B
4.00	3.33	16		B C
3.00	4.41	16		C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de brotes	64	0.44	0.21	80.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	170.74	18	9.49	1.94	0.0373
rep	6.13	3	2.04	0.42	0.7418
estacas	129.96	3	43.32	8.84	0.0001
iba	8.15	3	2.72	0.55	0.6478
estacas*iba	26.49	9	2.94	0.60	0.7897
Error	220.59	45	4.90		
Total	391.33	63			

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 2.09115

Error: 4.9019 gl: 45

estacas	Medias	n
1.00	1.00	16
2.00	2.05	16
4.00	3.08	16
3.00	4.86	16

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de raíces	64	0.31	0.03	35.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3.36	18	0.19	1.10	0.3787
rep	0.34	3	0.11	0.66	0.5781
estacas	1.69	3	0.56	3.34	0.0274
iba	0.20	3	0.07	0.39	0.7625
estacas*iba	1.13	9	0.13	0.74	0.6663
Error	7.60	45	0.17		
Total	10.96	63			

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 0.38812

Error: 0.1689 gl: 45

estacas	Medias	n
1.00	1.00	16
2.00	1.07	16
4.00	1.17	16
3.00	1.43	16

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de brotes	64	0.69	0.57	38.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	132.92	18	7.38	5.59	<0.0001
rep	2.26	3	0.75	0.57	0.6364
estacas	114.61	3	38.20	28.94	<0.0001
iba	4.69	3	1.56	1.18	0.3267
estacas*iba	11.36	9	1.26	0.96	0.4878
Error	59.40	45	1.32		
Total	192.32	63			

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 1.08512

Error: 1.3199 gl: 45

estacas	Medias	n	
1.00	1.00	16	A
2.00	2.48	16	B
4.00	4.00	16	C
3.00	4.38	16	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de eficiencia	64	0.55	0.36	60.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	154.52	18	8.58	3.00	0.0014
rep	3.76	3	1.25	0.44	0.7274
estacas	92.75	3	30.92	10.80	<0.0001
iba	19.06	3	6.35	2.22	0.0988
estacas*iba	38.95	9	4.33	1.51	0.1730
Error	128.81	45	2.86		
Total	283.33	63			

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 1.59796

Error: 2.8624 gl: 45

estacas	Medias	n	
1.00	1.00	16	A
2.00	2.63	16	B
4.00	3.10	16	B C
3.00	4.36	16	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de raíces	64	0.54	0.36	24.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	6.03	18	0.34	2.97	0.0016
rep	0.39	3	0.13	1.16	0.3363
estacas	3.10	3	1.03	9.13	0.0001
iba	0.56	3	0.19	1.66	0.1894
estacas*iba	1.98	9	0.22	1.95	0.0690
Error	5.09	45	0.11		
Total	11.12	63			

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 0.31754

Error: 0.1130 gl: 45

estacas	Medias	n
1.00	1.00	16
2.00	1.38	16
4.00	1.41	16
3.00	1.61	16

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

CAPITULO III

SERVICIOS EJECUTADOS EN LA FINCA SABANA GRANDE DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, EL RODEO DEL MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

3.1 Establecimiento de dos parcelas demostrativas sobre El Piñón, en la Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

3.1.1 Presentación

La implementación de éstas parcelas demostrativas y de investigación se tomó de base a las observaciones realizadas dentro de la finca, en las que pudo constatarse que existen áreas libres de cultivos, mismas que pueden aprovecharse para el establecimiento de nuevos cultivos. Con el apoyo de la Techno- Serve, empresa que se dedica a buscar soluciones para implementar el desarrollo rural en Guatemala y tomando en cuenta el auge del cultivo de Piñón (*Jatropha curcas* L.), se tomó la decisión de implementar plantaciones con el fin de evaluar varias densidades de siembra, dándole seguimiento al proyecto de investigación sobre la *Jatropha curcas* L. que impulsa la FAUSAC.

3.1.2 Objetivos

3.1.2.1 General

Establecer dos plantaciones demostrativas de Piñón (*Jatropha curcas* L.) en la Finca Sabana Grande, mediante la propagación de estacas.

3.1.2.2 Específicos

- Establecer parcelas demostrativas de Piñón (*Jatropha curcas* L.), con siembra directa en parcelas demostrativas.
- Identificar los principales manejos agronómicos que conlleva el cultivo del piñón.

3.1.3 Marco teórico

3.1.3.1 Marco referencial

Las parcelas fueron ubicadas en los terrenos de la Finca Sabana Grande tiene una extensión de 221 hectáreas.

3.1.3.2 Marco Conceptual

A. Piñon (*Jatropha curcas* L.)

Pertenece a la familia Euphorbiaceae es la sexta familia más diversa de las angiospermas, después de las Orchidaceae, Compositae, Leguminosae, Graminae y Rubiaceae. Presenta cinco subfamilias, 49 tribus, 317 géneros y cerca de 8100 especies, distribuidas en todo el mundo, con excepción de las zonas polares, estando mejor representadas en las regiones tropicales y subtropicales. Familia con cerca de 317 géneros y 8100 especies, principalmente tropicales. (Vega, 2005)

B. Taxonomía

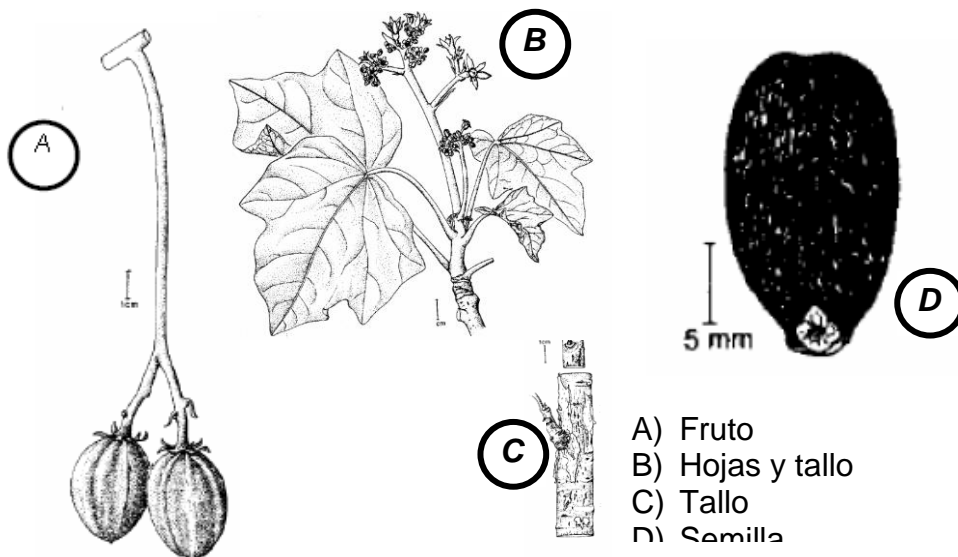
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
Filo/división:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	<i>Jatropha</i>
Especie:	<i>Jatropha curcas</i> L.

Nombre común: Coquito, Capate, Tempate, Piñón, Piñoncito, Piñol, Higos del duende, Barbasco, Piñones purgativos, Periyasaki (piro); Piñónjoshó (amahuaca); Wapa-wapa

C. Características

Arbustos o árboles, 1 a 5 metros de alto; plantas monoicas. Hojas ovadas, a veces levemente 3 a 7 lobadas, 10 a 25 centímetros de largo de 9 a 15 centímetros de ancho, lóbulos agudos, base ampliamente cordada, glabrescente en el envés, peciolo 8 a 15 centímetros de largo, glabros, estípulas obsoletas. Dicasio terminal, 10 a 25 centímetros de largo; sépalos enteros, pétalos cohesionados, 5 a 6 milímetros de largo, hirsutos por dentro, verdosos o blanco-amarillentos; 10 estambres; anteras de 1 a 1.6 milímetros de largo; ovario glabro. Fruto ovoide a ligeramente tri-lobado, cerca 3 centímetros de largo y 2 centímetros de ancho, carnoso pero finalmente dehiscente; semillas de 15 a 22 milímetros de largo (Vega, 2005).

Común en bardas y áreas alteradas especialmente en la zona pacífica; 0 a 1300 metros; florea y fructifica todo el año (Vega, 2005).



Fuente: Vega, 2005.

Figura 3.1 Características del cultivo de piñón (*Jatropha curcas* L.)

D. Habitat

No requiere 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 más pobre, inclusive puede crecer en las hendeduras de piedras.

Climáticamente, la *Jatropha curcas L.* se encuentra en los trópicos y subtrópicos, Resiste normalmente el calor aunque también soporta bajas temperaturas y puede resistir hasta una escarcha ligera. Su requerimiento de agua es sumamente bajo y puede soportar períodos largos de sequedad.

Habita en campos abiertos, como en parcelas nuevas. Es susceptible a inundaciones (Octagón, 2006).

E. Biología

Esto se refiere al nacimiento, crecimiento y reproducción, así como la influencia del ambiente sobre estos procesos (Grime, 1982).

Conociéndose la naturaleza quizá se aprenda a reducir los efectos negativos sobre los cultivos; por consiguiente es necesario entender su biología y procesos vitales, aprovechando sus características especiales, de manera que puedan utilizarse para disminuir los daños a la agricultura en general (Octagón, 2006).

F. Principales usos

El aceite de la semilla es una fuente de energía renovable no convencional, de bajo costo y amigable con el ambiente, además de ser un sustituto para diesel, keroseno y otros combustibles (Hernández, 1986).

Quema sin producir humos y ha sido empleado para iluminación de calles cerca de Río de Janeiro. También se usa para preparar barnices después de ser quemado con óxidos de

hierro, o como un excelente sustituto para aceites industriales. En Europa se usa en el hilado de lana y manufacturas textiles (OFI-CATIE, s. f.)

Contiene toxinas venenosas, lo cual hace que no se pueda consumir y produzca irritaciones en la piel. Se ha usado como barbasco para pescar y para el control de plagas, a menudo con buenos resultados. En Gabón, las semillas molidas y mezcladas con aceite de palma se usan para matar ratas y es altamente tóxico para los humanos (OFI-CATIE, s. f.)

3.1.3.3 Distribución del piñon (*Jatropha curcas L.*) en Guatemala

Guatemala, cuenta con suficiente recurso suelo para la producción de *Jatropha curcas L.*, 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. Sí bien para su óptimo crecimiento requiere más de 600 mililitros de agua al año, salvo en zonas donde la humedad del aire sea muy elevada, tal y como sucede en Cabo Verde, donde podría crecer con sólo 250 mililitros, explica el doctor Klaus Becker, director del Instituto de Producción Animal en Trópicos y Subtrópico y jefe del Centro de Agricultura para los Trópicos y Subtrópico, de la Universidad de Hohenheim de Alemania (Alianza en energía y ambiente con Centroamérica, 2006).

3.1.3.4 Importancia del cultivo de piñon (*Jatropha curcas L.*)

El Biodiesel 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 de suelo, humedad y clima suficientes para la implementación de estos cultivos. La *Jatropha curcas L.* 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).

Las posibilidades que ofrece el cultivo de *Jatropha* para el crecimiento de producción de biodiesel en Guatemala son enormes, puesto que sería de gran importancia la producción de su propio combustible, sin depender de los países petroleros, empleando mano de obra y ocupando productivamente cientos de hectáreas de campo que actualmente están en desuso. También sería de mucha importancia que Guatemala exporte parte de esta forma de energía a otros continentes como Europa o Norte América, donde ya existen reglamentaciones ambientales que no solo promueven si no que exigen el uso de biodiesel en combinación con el diesel de petróleo para disminuir la contaminación ambiental (Alianza en energía y ambiente con Centroamérica, 2006).

3.1.4 Metodología

3.1.4.1 Ubicación de parcelas para la reproducción de Piñón (*Jatropha curcas L.*)

Se procedió a la ubicación de terrenos conjuntamente con el administrador y del coordinador de la Finca, en el sector comprendido a inmediaciones de la aldea El Rodeo y de El Puente Seco, con características de alta pedregosidad. Posteriormente se nos proporcionó 0.5 hectáreas en área del CUNSUR, con buenas condiciones de suelo y de humedad.

3.1.4.2 Establecimiento de piñón (*Jatropha curcas L.*) en parcelas demostrativas

Después de la medición y ubicación de las parcelas se procedió a realizar los manejos agronómicos necesarios para el establecimiento de piñón en las parcelas demostrativas realizando los siguientes trabajos:

- Recolección de estacas. Estas fueron adquiridas dentro de la Finca, ubicados en las distintas áreas de cultivo y establecimiento de vivero.
- Preparación de estacas y semillas
- Preparación del terreno
- Siembra

3.1.4.3 Siembra

a) Las estacas tenían una longitud aproximada de 50 centímetros. y un diámetro entre 2.5 y 5 centímetros para colocarlas en proceso de cicatrización (El piñón tiene suelta un exudado de color rojo).

Transcurridos 15 días se hizo la siembra de las estacas a una profundidad de diez centímetros con distanciamientos de siembra diferentes y en dos repeticiones, los distanciamientos grandes de siembra servirán para analizar resultados con fines de mecanización y los distanciamientos pequeños con enfoque manual dirigido a comunidades.

Se hicieron dos parcelas por distanciamiento ya que a uno se le dió manejo de podas y control químico y a otra parcela manejo cultural.

3.1.4.4 Manejo

En la parcela con manejo agronómico a partir del mes de siembra, se iniciaron aplicaciones químicas consistentes en aplicación de herbicidas, fungicidas y foliares con una frecuencia de 30, 7 y 7 días respectivamente.

La parcela con manejo tradicional, se hicieron prácticas de desmalezado con machete y azadón.

3.1.5 Resultados

Se logró establecer 2 parcelas sembradas con esquejes de piñón de la siguiente manera:

Cuadro 3.1 Área y número de plantas por parcela.

Parcela	Área en m ²	Número de plantas
Parcela 1 (Con manejo cultural)	400	100 Esquejes (Diámetro 1 pulgada)
		100 semillas (Semillas pequeñas)
Parcela 2 (Con manejo Agronómico)	400	100 esquejes (Diámetro 2 pulgada)
		100 semillas (Semillas grandes)
TOTAL	800	400

3.1.5.1 Preparación del Terreno

Previo a realizar la siembra se desinfectó la semilla para plagas del suelo, luego se procedió a la preparación del terreno que consiste en establecer los puntos en donde se realizara la siembra tomando en cuenta la distancia de siembra deseada,

Siembra de estacas: esta se realizo colocando una estaca por postura. Después de germinación se realizó un raleo dejando una planta por postura.

3.1.5.2 Germinación y propagación

A. Esquejes

Cuadro 3.2. Resultados de propagación de esquejes

Esquejes	Número de plantas	Sobrevivencia
Diámetro de 1 pulg. P1 (manejo cultural)	100	9 (9%)
Diámetro de 2" pulg. P2 (manejo Agronómico)	100	43 (43%)
TOTAL	200	52%

B. Semillas

Cuadro 3.3. Resultado de Germinación de semillas de piñon

Esquejes	Número de plantas	Sobrevivencia
Semillas Pequeñas. P1 (manejo cultural)	100	66(66%)
Semillas Grandes. P2 (manejo Agronómico)	100	89 (89%)
TOTAL	200	52%

3.1.5.3 Manejo Cultural

Dentro de las actividades que se le dieron fue la limpieza de malezas y algunas podas.

3.1.5.4 Manejo Agronómico

A. Propagación

El piñón como la mayoría de las plantas puede propagarse sexual o asexualmente, la diferencia principal entre estas dos formas de propagación es que la sexual da un

individuo completamente nuevo mientras que asexualmente puede ser una copia idéntica del patrón original.

Según los trabajadores de la Finca la forma más común utilizada es la asexual, ellos conocen a estos esquejes como brotones, los cuales son utilizados exclusivamente para cercos vivos y áreas de trabajo. Sin embargo este tipo de propagación tiene una desventaja y es que a diferencia de la propagación sexual, esta no genera un sistema radicular principal el cual le sirve a la planta para un mejor anclaje y mayor área para absorción de nutrientes, factor importante para brindar un alto rendimiento en las cosechas de frutos.

B. Plagas y enfermedades

De acuerdo a un muestro se identificaron plagas insectiles y enfermedades asociadas al cultivo del piñón que se identificaron de acuerdo al conocimiento técnico y revisión de literatura como se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 3.4. Plagas y enfermedades que afectaron la parcela de piñón.

Nombre	Síntomas
<i>Phytophthora spp.</i>	Pudrición de raíz
<i>Pythium spp.</i>	Pudrición de raíz
<i>Fusarium spp.</i>	Pudrición de raíz
<i>Helminthosporium tetramera.</i>	Manchas en hojas
<i>Pestalotiopsis versicolor</i>	Manchas en hojas
<i>Cercospora Jatropha curcas</i>	Manchas en hojas
<i>Julus sp.</i>	Pérdida de plántulas
<i>Oedaleus senegalensis</i>	Hojas en plántulas
<i>Lepidoptera larvae</i>	Galerías en hojas
<i>Pinnaspis strachani</i>	Manchas negras en ramas
<i>Calidea dregei</i>	Succionan frutos
<i>Spodoptera litura</i>	Larva se alimenta de hojas

Algo común fue la detección de enfermedades producidas por hongos *Cercospora sp.* que es un hongo muy frecuente en piñón y Fumagina que fue un caso aislado pero se da por la presencia de insectos como las tortuguillas. También durante la asistencia técnica se pudo observar que algunas plantas no desarrollaron lo suficiente y se defoliaron debido a que estas estaban sembradas bajo la sombra.

c. Fertilización y control de malezas.

A los seis meses de iniciado el manejo químico se hizo una aplicación de 1 Oz. De fertilizante 15-15-15 por planta.

Durante la asistencia técnica se pudo observar el crecimiento de malezas que afectan el desarrollo del piñón como lo es el bejuquillo (*Ipomoeae sp.*) que se enreda en las ramas del piñón haciendo que estas se doblen y posteriormente la planta se quiebre.

Como última actividad fue la cosecha de los frutos, Al final del período de ejecución del EPS aún no era posible ver los resultados ya que la producción se mide por medio de semillas y las estacas sólo produjeron flores y las abortaron, ya que las flores viables aparecen hasta un año en propagación por estacas y a tres años en propagación por semillas. Las dos parcelas pueden observarse actualmente en pleno crecimiento, aunque algunas están defoliándose por ser época seca, por lo que se deduce que es una planta caducifolia.

3.1.6 Conclusiones

La prueba que presenta mejores resultados fue a través de semillas con un rendimiento mayor del 60% y la propagación a través de estacas tuvo un rendimiento menor al 55%. En cuanto a crecimiento, puede observarse un tanto mayor en las parcelas que se le aplicó un control químico aunque la diferencia es mínima.

Las plagas y enfermedades del cultivo de piñón interfieren directamente en el rendimiento de las cosechas, siendo una limitante que puede afectar grandemente a los agricultores por el destino que pretende dicha asociación. Por lo tanto se hace necesario brindarles información de cómo manejar y solucionar los problemas derivados de estos dos factores.

3.1.7 Recomendaciones

La semilla debe ser tratada antes de la siembra ya que según las comparaciones realizadas el porcentaje de germinación pasó desde un 66 hasta un 96%.

El área donde se siembre el piñón debe estar totalmente abierta, sin ninguna sombra ya que afecta el crecimiento del piñón, ya que se pudo observar una muerte del 24% debido a la sombra.

Las estacas deben proceder de una planta libre de virus ya que por tratarse de propagación vegetativa, los brotes de las estacas desde temprana edad, muestran síntomas de infección por virus.

Las estacas deben cortarse y sembrarse en época seca, ya que en las áreas muy húmedas se tuvieron problemas de marchitamiento por exceso de agua.

El diámetro de las estacas debe ser lo más grande posibles ya que se observó un mayor porcentaje de sobrevivencia que las más delgadas.

De preferencia, el establecimiento de plantaciones de piñón debe hacerse por semilla ya que el porcentaje de germinación es mayor y el procedimiento menos costoso.

3.2 Propagación de 5 especies de ornamentales para el establecimiento de un vivero en la Finca Sabana Grande, Aldea El Rodeo, Escuintla.

3.2.1 Presentación

Con la finalidad de fortalecer las diversas actividades de la Finca Sabana Grande, conjuntamente con la administración de la Finca, se pretende impulsar un vivero de plantas ornamentales para ponerlas a la venta al público que visitan éstas instalaciones, quienes han demostrado interés en adquirir flores y plantas macetas o bolsas para sus jardines. Además pueden aprovecharse las instalaciones y complementas para un vivero a nivel comercial.

El servicio prestado es evaluar la brotación y el enraizamiento de cinco especies de ornamentales sembradas por medio de esquejes y rizomas, previamente tratadas con la hormona de enraizamiento denominada ácido Indolbutírico a una concentración de 1000 ppm.

De acuerdo a entrevistas realizadas a visitantes y trabajadores de la finca, se determinaron las plantas que crecen en forma natural en la Finca, propagando las especies de (*Codiaeum sp.*), (*Pachystachys lutea Nees*), (*Bougainvillea spp.*), (*Hydrangea microphylla*) y (*Chrysalidocarpus lutescens Went.*) por medio de esquejes y/o rizomas previamente tratadas con 1000 ppm de IBA.:

Los principales resultados obtenidos de las 5 especies evaluadas fue la especie de (*Pachystachys lutea Nees*) presentó un porcentaje de brotación de rizomas del 100% y la especie que obtuvo un porcentaje menor fue la Hortensia (*Hydrangea microphylla*) con un 30%.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 General

Propagar cinco ornamentales que crecen de forma natural en la Finca Sabana grande, fortaleciendo las actividades productivas de la misma.

3.2.2.2 Específicos

- Propagar 500 plantas de cinco especies ornamentales propias de la zona.
- Determinar el porcentaje de brotación y enraizamiento de 5 especies ornamentales.

3.2.3 Metodología

3.2.3.1 Selección de especies

Se realizaron entrevistas a visitantes y trabajadores de la Finca para determinar las especies que les interesarían a la vez se realizaron caminamientos para identificar que especies crecen de forma natural en la finca.

3.2.3.2 Selección del área

El área donde se realizaron las pruebas de propagación se encuentran en un umbráculo de sarán con una área de 16 metros cuadrados y se realizaron las siguientes cualidades del terreno:

- Un área plana.
- Con acceso a fuente de agua.
- Protegida del viento.
- Con seguridad (para evitar saqueos).
- De fácil acceso.

El área seleccionada protegió de los fuertes vientos que azotan durante los meses de noviembre a febrero, cercana a fuentes de agua, con la seguridad que ofrece la guardianía del casco de la finca y casas de trabajadores circunvecinas y por ser de fácil acceso para el transporte de materiales y posterior traslado de plántulas.

3.2.3.3 Llenado de bolsas

Se emplearon bolsas de polietileno con las siguiente proporciones de 15 centímetros de diámetro por 25 centímetros de altura, las cuales se llenaron con arena y broza. La arena se obtuvo del pante La Chichicua, y la broza del área boscosa, ambas fueron trasladadas al área y se procedió mezclarlas a razón de dos partes de tierra por una parte de broza, luego se tamizó y se procedió al llenado de las bolsas; una vez las bolsas se llenaron se procedió a su apilado en grupos de tres filas y largo variable.

3.2.3.4 Siembra de estacas y rizomas

Se obtuvieron las estacas y rizomas en distintas áreas de la Finca, se sembraron en bolsas de polietileno luego se les aplicó antes de la siembra AIB a la parte basal de Las estacas y con la ayuda de una estaca pequeña fueron colocados dentro de la bolsa a una profundidad de cinco centímetros

3.2.3.5 Manejo

Se les mantuvo libre de malezas y se monitoreó el brote y la tendencia de crecimiento de los mismos

3.2.3.6 Propagación

Se hizo un monitoreo de brotación de los rizomas y estacas haciendo un conteo de las que brotaron y por último se sacó un porcentaje.

3.2.4 Resultados

Identificadas las 5 especies de mayor aceptación que se describen en el cuadro 3.5, se lograron propagar todas las plantas de acuerdo a la metodología establecida y en un plazo de tres meses los resultados fueron los siguientes:

Cuadro 3.5. Especies de ornamentales propagadas.

Especie	Número de Plantas	Tipo de propagación	Porcentaje de brotación
Falso coco o areca (<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> Went.)	100	Rizomas	70
Camaroncito (<i>Pachystachys lutea</i> Nees)	100	Rizomas	100
Bougambilia	100	Estacas	80
Crotón (<i>Codiaeum</i> sp.)	100	Estacas	90
Hortensia (<i>Hydrangea microphylla</i>)	100	Estacas	30

De acuerdo al cuadro anterior las plántas con mayor porcentaje fue la especie *Pachystachys lutea* Nee, comúnmente conocido como camaroncito, la efectividad de la propagación pudo haber sido por el tipo de propagación ya que fue hecho a través de rizomas. Seguido de esta especie el crotón propagado por medio de estacas tuvo una efectividad del 90% y la especie que tuvo muy bajos porcentajes de rendimiento fue la hortensia.

Una de las causas de la poca efectividad de propagación de la hortensia se debió al manejo a la longitud de las estacas, se sembraron esquejes de diversos tamaños pero los que tuvieron mayor éxito fueron los que comprendía una longitud entre 8 a 10 centímetros.

En las figuras 3.2 y 3.3 se pueden apreciar una vista de las plantas propagadas.



Figura 3.2 Planta de bougambilia, propagadas por medio de esquejes.



Figura 3.3 Plantas ornamentales de areca propagadas a través de rizomas *Chrysalidocarpus lutescens*

3.2.6 Recomendaciones

Construir un vivero formal para siembre de ornamentales con la finalidad de se vendidas a los visitantes de la Finca Sabana Grande.

Realizar un estudio de mercado para la comercialización de ornamentales en la finca Sabana Grande.

3.3 Manejo de colección de *Piper spp.*

3.3.1 Introducción

En el presente proyecto consistió en el manejo de la colección de piperáceas de la Finca Sabana Grande (*piper jacquemontianum*, *piper oradendron* y *piper umbellatum*).

Se seleccionaron estas tres especies de este género las cuales se encuentran distribuidas en diferentes regiones del país, debido a sus propiedades aromáticas y medicinales, a las cuales se les atribuyen propiedades analgésicas, antipiréticas y descongestionantes.

El manejo de ésta colección nos será de utilidad para ver la respuesta de las plantas a estímulos tales como: Influencia de la luz solar, aplicación de fertilizantes, fungicidas, insecticidas y herbicidas así como también a la cantidad de humedad existente en el suelo.

3.3.2 Objetivos

3.3.2.1 General

Conservar la colección de piperáceas existentes en la Finca Sabana Grande, aldea El Rodeo, Escuintla..

3.3.2.2 Especificos

- Realizar una revisión bibliográfica de especies de piperáceas.
- Identificar los principales usos que tiene cada especie del género piper.

3.3.3 Metodología

3.3.3.2 Manejo Agronómico

Para evaluar el comportamiento ante el manejo agronómico, se realizó la colección de las distintas especies, transplantándolas a un área que fue proporcionada por parte de la administración de la Finca Sabana Grande.

Dentro del manejo agronómico que se le dieron a las plantas fueron; aplicación de insecticidas, fungicidas y herbicidas quincenales. En época seca se le proporcionó riego.

3.3.4 Resultados

3.3.4.1 Descripción De Las Especies

A. *piper umbellatum* L

Nombre Popular:

Santa María, obet, obbel (Cobán, q' eqchí')

Nombre científico:

Piper umbellatum L., *Heckeria umbellata*, *Pothomorphe umbellata*.

Distribución:

Sur de México, Belice a El Salvador y Panamá, Indias Occidentales, Sur América.

En Guatemala se ha encontrado en los departamentos de Alta Verapaz, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos (Martinez, et al, 2009).

Descripción Botánica

Plantas erecta, usualmente de 1 a 1.5 metros de altura, escasamente ramificadas, herbáceas, pero algunas veces algo leñosas en la parte inferior, las ramas jóvenes densamente vellosopilosas; peciolo de 20 centímetros de largo o más cortos, vaginados en parte de su longitud, láminas de las hojas, delgadas y flácidas, verdes cuando secas, ovado-orbiculares, mayormente de 20 a 30 centímetros de largo y de igual o más anchura, agudas o abruptamente acuminadas, ápice corto, base cordada, usualmente estrecha, con lóbulos basales grandes, redondeados, verdes en el haz, glabras a densamente villosas, algo más pálidas en el envés, escasa o densamente pubescentes o vellosas; frutos de no más de 0.5 mm. de largo (Martinez, et al, 2009).

Hábitat

Esta especie se encuentra generalmente en las riberas de los riachuelos, corrientes, orilla del camino, bosque, orilla del río. 1500 msnm o menos (Cleaves, 2001).

Usos etnobotánicos

Diurético, antiabortivo, antidiarreico, antiinflamatorio, dolor de cuerpo.

Usos Populares

Existe una creencia popular en algunas partes de Centroamérica de que el jugo de las hojas frotado en la piel, previene el ataque de insectos. Se dice que en el municipio de Jocotán, un preparado de esta planta con jutes o babosas (moluscos) se bebe para incrementar la leche en mujeres que dan de mamar. El jugo de la hoja se usa como diurético y es utilizado como cataplasma en quemaduras y heridas. (Martinez, et al, 2009)

También se usa como gotas para aliviar el dolor de oído. El cocimiento de las hojas se usa para aliviar las obstrucciones del hígado y para cualquier problema urinario, sífilis y desordenes estomacales. Las hojas cocinadas con un poco de agua son aplicadas a heridas. La raíz es estimulante, diurética y promueve la salida de bilis. El cocimiento de la raíz se usa para obstrucción del hígado, reumatismo, sífilis, epilepsia y retraso menstrual. (Martinez, et al, 2009).

Es un poderoso digestivo y se usa en el tratamiento contra la dispepsia, constipación y gastralgia. Las hojas son emolientes, el té se usa para combatir los resfríos y el escorbuto. La raíz es sudorífica, estomáquica, diurética y febrífuga (Cleaves, 2001).

Otros Usos

Las hojas son utilizadas para condimentar guisados de carne y otros platillos.



Figura 3.4 *Piper umbellatum* L

B. *piper jacquemontianum*

Nombre Popular:

Cordoncillo. Poooczuyaax (maya).

Nombre científico:

Piper jacquemontianum Kunth, *Piper aeruginosibaccum* Trelease,
Piper onerosum, *Piper plumbeicolor*.

Descripción Botánica.

Arbusto comúnmente de aproximadamente dos metros de altura, las ramas jóvenes densamente hispidulosas o hírtulas, algunas veces glabras con la edad u ocasionalmente casi glabras desde el principio; pecíolos mayormente de un centímetros de largo o menos, algunas veces más largo en las hojas bajas, rígidos, densamente hispidulosos o raramente glabrados; láminas de las hojas ovado- oblongas u ovado-elípticas, mayormente de 12 a 20 centímetros de largo y de 4.5 a 9 centímetros de ancho, ápice abruptamente acuminado o largamente acuminado, muy desigual en la base y más o menos oblicua, usualmente redondeado o más o menos cordado en un lado y obtuso en el otro, un lado más decurrente que el otro, gruesas y firmes, muy lustrosas en el haz y con frecuencia lustrosas en el envés, un poco más pálidas en el envés, cuando se secan se tornan verde grisácea o algunas veces negruzca, con puntos pelúcidos finos, glabras en el

haz, suaves al tacto, hispidulosas en el envés, especialmente en los nervios, con pelos sórdidos subadpresos, ásperos al tacto, penninervadas usualmente 3 nervios en cada lámina, las venas son prominente en el envés, laxamente reticuladas; pedúnculos cortos, gruesos, densamente puberulentos o hispidulosos espigas erectas, mayormente de 5 a 7 centímetros de largo y de 3 a 4 mm de grosor, obtusas, gruesas; las brácteas con pubescencia densa (Cleaves, 2001).

Hábitat

Bosques o matorrales húmedos o lluviosos, algunas veces en bosque de pino o en pantanos de Mancarúa. 900 msnm o menos (Cleaves, 2001).

Distribución

Campeche, Guatemala, Belice. En Guatemala se ha descrito en los departamentos de Alta Verapaz, Petén e Izabal (Cleaves, 2001).

Usos etnobotánicos

En Guatemala se usa para bajar la fiebre, para granos, para la tos y para aliviar el dolor de cabeza y de cuerpo (Cleaves, 2001).

En San Marcos se usa para los granos, se hacen baños del cocimiento de las hojas y se toma por 3 días.

Se utiliza para la tos, se hace un cocimiento de la raíz y se tomas 3 vasos al día.

En Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla se usa para aliviar el dolor de cabeza y de cuerpo, se aplica la hoja directamente o en baños. También se usa contra el dolor de corazón, por vía oral (Cleaves, 2001).



Figura 3.5 *Piper jacquemontianum* Kunth.

C. *piper oradendron*

Nombre Popular:

Cordoncillo.

Nombre científico:

Piper oradendron Trelease & Standley.

Descripción Botánica

Arbusto de 1 a 2.5m de alto. Ramas delgadas, densamente hispidulosas con pelos cortos, spreading o reflexos, usualmente fulvous. Pecíolos delgados, 1 a 2centímetros de largo, no alados, hispidulosos, dilatados en la base. Hojas delgadas, usualmente verdes o verde oscuras cuando están secas, densa y diminutamente pellucido-puntado, nada o levemente lustrosas, ovadas u ovado-elípticas, principalmente 13 a 18centímetros de largo y 6 a 9centímetros de ancho, abruptamente acuminadas o largamente acuminadas, oblicuas y conspicuamente desiguales en la base, usualmente agudas en un lado y obtusas o aún redondeadas en el otro, no buladas, escabrosas o hirtelosas en el haz a lo largo de la costa, en cualquier otro lado glabras o casi glabras, usualmente muy suaves al tacto, esparcidamente estrigilosas en el envés en los nervios y venas o en edad glabras, suaves al tacto, peninervias. Los nervios 3 a 4 en cada lado, ascendiendo en un ángulo

usualmente menor de 45°, levemente arqueados o casi erectos, muy delgados, prominentes, las venas prominentes, usualmente pálidas, laxamente reticuladas. Pedúnculos opuestos a las hojas, algo gruesos, cerca de 6mm de largo, hispidulosos o glabrados. Espigas delgadas, las inmaduras 5 a 6 centímetros de largo y 2mm de diámetro, obtusas. Brácteas densamente pubescentes (Standley, et.al.1952).

Hábitat

Esta especie se encuentra generalmente orilla del camino.

Altura y distribución geográfica:

Se encuentra a una altura de 1,200 msnm o menos a temperaturas de 23 a 34°C y humedad relativa entre 51 y 85%. Se cree que es una especie endémica de Guatemala, se ha reportado para Izabal, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Retalhuleu, San Marcos y Suchitepéquez (Martinez, et al, 2009).



Figura 3.6 *Piper oradendron*

3.4 Apoyos en el cultivo de la caña en la Finca Sabana Grande (FAUSAC), El Rodeo, departamento de Escuintla.

3.4.1 Introducción

Planificación del corte y quema del cultivo de caña 2007- 2008, en la Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

Introducción

La Finca Sabana Grande, basa su sostenibilidad en su mayor parte con la producción del cultivo de caña de azúcar, debido a esto requiere de un manejo adecuado para no producirle daños en su etapa de desarrollo y producción, dentro de este se realiza la quema y el corte los cuales deben hacer un registro para garantizar la nueva producción y brotación.

3.4.2 Objetivos

Planificar la quema de cada sección del cultivo de caña de azúcar en la Finca Sabana Grande.

Planificar el corte cada sección del cultivo de caña de azúcar en la Finca Sabana Grande.

3.4.3 Metodología

- Recorrido del área del cultivo de caña de azúcar existente en la finca.
- Revisión de literatura referente al cultivo de caña.
- Revisión del mapa actualizado de la UTJ 2007, donde se encuentra ubicada las secciones del cultivo de caña.
- Establecer el programa de quema y corte en las secciones del cultivo de caña con el personal de la Finca.

3.4.4 Resultados

Se planificó las diferentes quemas y corte de caña para las cinco secciones del cultivo con que tiene la Finca Sabana Grande, los cuales están distribuidos en una totalidad de 66 pantas, sección el Rodeo cuenta con 13 pantas y con un área de 19.373 Hectáreas (27.676 Manzanas), sección la Fundación con 13 pantas y con un área de 20.0802 Hectáreas (28.686 Manzanas), sección el Campo con 9 pantas y con un área de 10.130 Hectáreas (14.471 Manzanas), sección Santo Domingo con 12 pantas y con un área de 16.331 Hectáreas (23.333 Manzanas) y sección las Presas con un total de 19 pantas y con un área de 12.530 Hectáreas (17.899 Manzanas).

Además se determinó la cantidad de 50 hombres para el corte del cultivo de caña para los diferentes pantas, mediante de la planificación del corte y además cada persona hace un corte aproximado de surcos de 83 metros de largo. El corte del cultivo de caña en los diferentes pantas se inició el 18 de diciembre del año 2007, para finalizar aproximadamente el 24 de febrero del año 2008.

3.4.5 Evaluación

A través de una planificación realizada con el personal de la Finca se realizó la quema de acuerdo a la experiencia que se ha tenido en otros años, posteriormente a la quema se planificó el área de corte a sí como el tiempo aproximado.

3.5 Bibliografía

1. Alianza en Energía y Ambiente con Centro America, GT. 2006. *Jatropha curcas* L. su expansión agrícola para la producción de aceites vegetales con fines de comercialización energética (en línea). Guatemala. Consultado 27 jul 2008. disponible en http://www.eep-ca.org/forums/documents/forovii/jatropha_asturias.pdf
2. Berducindo Quan, RE. 1970. Monografía de la finca Sabana Grande, Escuintla. EPSA Monografía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 50 p.
3. Cleaves, C. 2001. Etnobotánica participativa en siete comunidades de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis Lic. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 282 p.
4. Grime, JP. 1982. Estrategia de adaptación de las plantas. Trad. por Carlos A. García Ferrer. México, Limusa. 291 p.
5. Hartmann, HT; Kester, DE. 1984. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Marín Ambrosio. México, CECSA. 814 p.
6. Hernández, AC. 1986. El piñoncillo, *Jatropha curcas* recurso biótico silvestre del trópico. Xalapa, Veracruz, México, INIREB. 16 p. (Cuadernos de Divulgación).
7. Herrera Martínez, J. 2007. Piñón mexicano: una alternativa bioenergética para México (en línea). Revista UNAM 8(12). Consultado 4 abr 2008. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art88/int88.htm>
8. Martínez, M *et al.* 2009. Caracterización morfológica, ecológica, genética y química de 3 especies de piper (*Piper Jacquemontianum*, *Piper donnell smithii* y *Piper oradendron*) con fines de conservación y mejoramiento para su aprovechamiento como nuevos recursos aromáticos y/o medicinales en Guatemala. Guatemala, Proyecto FODECYT no. 114-2006.
9. Meyer, BS; Anderson, DB; Bohning, RH. 1976. Introducción a la fisiología vegetal. Trad. por Luís Guibert y Roberto Pitterbarg. 4 ed. Buenos Aires, Argentina, EUDEBA. 579 p.
10. Octagon, GT. 2006. *Jatropha curcas* su expansión agrícola para la producción de aceites vegetales con fines de comercialización energética (en línea). Guatemala. Consultado 22 feb 2011. Disponible en ww.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc_9504_1_21062006.Pdf
11. OFI-CATIE, CR. s.f. *Jatropha curcas* L. (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 2 feb 2008. Disponible en http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/jatropha_curcas.htm

12. Padilla Cámbara, TA. 2003. Evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del río Cantil, para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, Guatemala. Tesis Msc. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Geología, Manejo de Recursos Hídricos e Hidrogeología. 106 p.
13. Standley, P; Steyemark, J. 1952. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany. v. 24.
14. Stevens, WD; Ulloa, C; Pool, A; Montiel, O. 2001. Flora de Nicaragua. US, Missouri Botanical Garden. tomo 1.
15. Vega Lozano, JA De La. 2005. *Jatropha curcas* L. México, Agro-Energía. 5 p.