

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORESTALES EN LOS VIVEROS DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA; EVALUACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MATILISGUATE (*Tabebuia rosea* Bertol) Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MUNICIPAL ACATÁN, ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.

MARIO ROLANDO FERNÁNDEZ LÓPEZ

GUATEMALA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORESTALES EN LOS VIVEROS DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA; EVALUACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MATILISGUATE (*Tabebuia rosea bertol*) Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MUNICIPAL ACATÁN, ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MARIO ROLANDO FERNÁNDEZ LÓPEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 2012

**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 Quiñónez

VOCAL PRIMERO

Dr. Ariel Abderramán Ortíz López

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano

VOCAL CUARTO

Bachiller Lorena Carolina Flores Pineda

VOCAL QUINTO

P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque

SECRETARIO

Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, MARZO DE 2012

Guatemala, Marzo de 2012

**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 GRADUACION: DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCION DE PLANTAS FORESTALES EN LOS VIVEROS DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA; EVALUACION DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MATILISGUATE (*Tabebuia rosea bertol*) Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MUNICIPAL ACATÁN, ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, 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”

MARIO ROLANDO FERNANDEZ LÓPEZ

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Fuente insaciable de inspiración y sabiduría.

MIS PADRES: Ana María López González, Mario Roberto Fernández Rueda

MIS ABUELOS: Laura González Wellman(+), Sofía Rueda (+) Víctor Manuel López(+),
Carlos Alberto Fernández(+)

MI HERMANA: Cindy Roxana Fernández López

MI SOBRINA: Angeline Larrisa Ortiz Fernández

MIS TIOS: Víctor Rolando López González, Marco Tulio Fernández Rueda (+)

MI PAIS: Guatemala, con admiración y respeto.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

MI FAMILIA

COLEGIO SALESIANO DON BOSCO

SDB. SAUL DIGUERO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

A TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON EN MI
FORMACION PROFESIONAL.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS: Por darme sabiduría en todo momento

MIS PADRES: Por sus consejos y apoyo incondicional en alcanzar este logro.

A MI HERMANA: Por sus consejos y apoyo en todo momento.

A MIS AMIGOS: Por su compañía y buenos momentos vividos en nuestra vida estudiantil.

SRA. Licda. Marisela Saravia por su aporte en la realización de este trabajo.

MI SUPERVISOR: Ing. For. José Mario Saravia por su apoyo y orientación en este trabajo.

MI ASESOR: Ing. For. Boris Méndez. Gracias por su asesoría en la realización de este trabajo.

A LA DIRECCION DE DESARROLLO SOCIAL, MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA”
Por su apoyo en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CONTENIDO GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN GENERAL.....	x
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORESTALES EN LOS VIVEROS DE LA MUNICIPALIDAD DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.....	1
1. 1. PRESENTACIÓN.....	2
1. 2. MARCO REFERENCIAL.....	3
1. 2. 1 Generalidades del vivero y huerto urbano municipal Acatán, zona 16 ciudad de Guatemala.....	3
1. 2. 2 Ubicación.....	3
1. 2. 3 Generalidades del Matlisguate.....	4
1. 3. OBJETIVOS.....	5
1. 3. 1 Objetivo general.....	5
1. 3. 2 Objetivos específicos.....	5
1. 4. METODOLOGÍA.....	6
1. 4. 1 Organización Administrativa.....	7
1. 4. 2 Características de reproducción de plantas del huerto y viveros de la municipalidad de Guatemala.....	7
1. 4. 3 Manejo de plántulas forestales.....	10
1. 4. 4 Tratamiento de plántulas al salir al campo.....	11
1. 5. RESULTADOS.....	11
1. 5. 1 Número de plantas que se producen al año.....	11
1. 5. 2 Criterios de selección de plantas para forestación y arborización.....	13
1. 5. 3 Componentes del programa de forestación.....	13

1. 5. 4	Factores que inciden en la producción.....	13
1. 5. 5	Programas ambientales.....	15
1. 6	CONCLUSIONES.....	15
1. 7	RECOMENDACIONES.....	16
1. 8	BIBLIOGRAFÍA.....	16
1. 9	ANEXO.....	17

CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO EN FUNCIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DEL ÁCIDO INDOL-3BUTÍRICO Y TRES DIÁMETROS DE ESTACA DE MATILISGUATE (*Tabebuia rosea Bertol.*) EN EL HUERTO Y VIVERO MUNICIPAL, ACATÁN ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA.....

2.1	PRESENTACIÓN.....	25
2.2	MARCO CONCEPTUAL.....	26
2.2.1	Propagación vegetativa.....	26
A.	Propagación por medio de estacas.....	26
B.	Desarrollo de raíces en estacas de tallos.....	26
a.	Formación de raíces adventicias.....	26
C.	Formación de callo.....	27
D.	Proceso del enraizamiento.....	27
E.	Factores que Influyen en el enraizamiento.....	28
a.	Factores endógenos.....	28
i.	Edad de la planta madre y de la estaca.....	28
ii.	Nutrición de la planta patrón.....	28
iii.	Niveles de auxina.....	28
iv.	Posición de la estaca en la planta madre.....	29
b.	Factores exógenos.....	29
i.	Condiciones ambientales.....	29
1.	Humedad.....	29
2.	Temperatura.....	29
3.	Luz.....	29
ii.	Sustrato.....	30
1.	Porosidad.....	30
2.	Sanidad.....	30
3.	Oxígeno.....	30
2.2.2	Reguladores de crecimiento.....	30
A.	Términos generales.....	30
a.	Tratamiento con reguladores de crecimiento.....	31
i.	Auxinas.....	31
ii.	Efectos biológicos de las auxinas.....	31
iii.	Mecanismos de acción de las auxinas.....	31

	PÁGINA
B. Utilización de reguladores de crecimiento para estimular el enraizamiento.....	32
C. Métodos de aplicación de reguladores de crecimiento.....	32
a. Método de inmersión rápida.....	32
b. Método de remojo prolongado.....	32
c. Método de espolvoreado.....	32
2.2.3 Sustancia promotora del crecimiento.....	33
A. Ácido Indol- Acético (AIA).....	33
B. Ácido Indol-3Butíurico (AIB).....	33
C. Ácido Naftalenacético (ANA).....	33
D. Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D).....	33
2.2.4 Descripción botánica del árbol de Matilisguate (Tabebuia rosea B.).....	34
2.2.5 Clasificación taxonómica de la especie.....	34
2.2.6 Características botánicas de Matilisguate (Tabebuia rosea B.).....	35
2.2.7 Ecología y distribución.....	35
2.2.8 Usos.....	35
2.3 OBJETIVOS.....	37
2.3.1 Objetivo General.....	37
2.3.2 Objetivos Específicos.....	37
2.4 HIPÓTESIS.....	38
2.5 METODOLOGÍA.....	39
2.5.1 Recopilación de información general.....	39
2.5.2 Tratamientos evaluados.....	39
2.5.3 Descripción de los tratamientos.....	40
2.5.4 Unidad experimental.....	40
2.5.5 Diseño de la unidad experimental.....	40
2.5.6 Modelo estadístico.....	42
2.5.7 Desarrollo del experimento.....	42
A. Preparación del sustrato.....	42
B. Preparación del material vegetal.....	43
C. Siembra del material vegetal.....	46
D. Manejo del experimento.....	46
E. Fertilización de las plantas.....	48
F. Riego.....	49
2.5.8 Variables de respuesta a evaluar.....	50
2.5.9 Análisis de la información.....	56
A. Toma de datos.....	56
B. Análisis estadístico de la información.....	56
C. Presentación de resultados.....	56
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
A. Número de raíces.....	57
B. Número de hojas.....	58
C. Peso seco de raíces.....	60
D. Altura de la planta.....	62
2.7 CONCLUSIONES.....	65
2.8 RECOMENDACIONES.....	65

	PÁGINA
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	66
CAPÍTULO III: SERVICIOS PRESTADOS EN EL HUERTO Y VIVERO URBANO MUNICIPAL ACATÁN ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA.....	68
3.1 PRESENTACIÓN.....	69
3.2 Módulo de Educación Forestal donado a las escuelas del área metropolitana.....	70
3.2.1 Objetivos.....	70
3.2.2 Metodología.....	70
3.2.3 Resultados obtenidos.....	72
3.2.4 Evaluación del servicio.....	73
3.3 Mejora de técnicas silvícolas aplicadas en árboles establecidos.....	73
3.3.1 Objetivos.....	73
3.3.2 Metodología.....	73
3.3.3 Resultados.....	77
3.3.4 Evaluación del servicio.....	77
3.4 Capacitación a los trabajadores referente a manejo de viveros forestales.....	77
3.4.1 Objetivos.....	77
3.4.2 Metodología.....	78
3.4.3 Resultados.....	80
3.4.4 Evaluación del servicio.....	80
3.5 Propuesta de especies adecuadas para arborización urbana.....	81
3.5.1 Objetivos.....	81
3.5.2 Metodología.....	81
3.5.3 Resultados.....	82
3.5.4 Evaluación.....	83
3.6 Servicios prestados no planificados para la municipalidad de Guatemala.....	83
3.6.1 Jardinizaciones.....	83
A. Metodología.....	83
B. Resultados.....	86
C. Evaluación.....	86
3.6.2 Arborizaciones.....	87

	PÁGINA
3.6.2 Arborizaciones.....	87
A. Metodología.....	87
B. Resultados.....	89
C. Evaluación.....	89
3.6.3 Práctica de poda en árboles establecidos en el huerto y vivero Acatán.....	89
A. Metodología.....	89
B. Resultados.....	92
C. Evaluación.....	92
3.7 BIBLIOGRAFÍA.....	93
3.8 ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro 1.	Características de plantas ornamentales en el huerto y vivero Acatán.....	7
Cuadro 2.	Características de árboles presentes en vivero “Ojo de agua”.....	9
Cuadro 3.	Características de árboles presentes en vivero “Ojo de agua”.....	9
Cuadro 4.	Principales especies producidas por año.....	11
Cuadro 5	Nombre de especies forestales presentes en vivero “Ojo de Agua”.....	12
Cuadro 6.	Respuesta de árboles a distintos tratamientos en vivero “Ojo de agua”.....	14
Cuadro 7	Tratamientos evaluados.....	42
Cuadro 8	Forma como fueron ordenadas las Unidades Experimentales.....	43
Cuadro 9	ANDEVA para la variable numero de raíces.....	59
Cuadro10	Prueba Duncan para numero de raíces.....	59
Cuadro11	ANDEVA para la variable numero de hojas.....	60
Cuadro12	Prueba Duncan para la variable numero de hojas.....	61
Cuadro 13	ANDEVA para la variable peso seco de raíces.....	63
Cuadro14	Prueba Duncan para peso seco de raíces.....	63
Cuadro15	ANDEVA para la variable altura de la planta.....	65
Cuadro16	Prueba Duncan para (altura de la planta en cm.).....	65
Cuadro 17	Lista de especies para arborización urbana.....	85
Cuadro 1 ^a	Cronograma de actividades.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
Figura 1.	Ubicación del huerto y vivero Acatán.....	3
Figura 1A	Árbol de matilisguate.....	18
Figura 2A	Árbol de magnilia.....	18
Figura 3A	Árbol de manzana rosa.....	19
Figura 4A	Árbol de manzanote.....	19
Figura 5A	Árbol de liquidámbar.....	20
Figura 6A	Árbol de calistemon.....	20
Figura 7A	Árbol de col reuteria.....	21
Figura 8A	Árbol de pino.....	21
Figura 9A	Árbol de cipres.....	22
Figura 10A	Árbol de ficus.....	22
Figura 11A	Árbol de trueno.....	23
Figura 12A	Árbol de eucalipto torreliana.....	23
Figura 13A	Árbol de álamo.....	24
Figura 14A	Árbol de jacaranda.....	24
Figura 2	Árbol de matilisguate (<i>Tabebuia rosea</i> B.).....	38
Figura 3	Unidades experimentales ordenadas e identificadas.....	43
Figura 4	Preparación del sustrato.....	44
Figura 5	Preparación del material vegetal.....	45

	PAGINA
Figura 6	Aplicación del ácido indol-3butírico..... 46
Figura 7	Diámetro de vástagos a enraizar..... 47
Figura 8	Llenado de bolsas para trasplante de vástagos..... 47
Figura 9	Siembra de vástagos en bolsas de polietileno..... 48
Figura 10	Enraizamiento en vástago de 1.5 cms. De diámetro y 1500 ppm..... 49
Figura 11	Enraizamiento en vástago de 2.5 cms. De diámetro y 2500 ppm..... 50
Figura 12	Conteo de raíces en tratamiento con vástago..... 51
Figura 13	Verificación de brotes en las estacas..... 52
Figura 14	Presencia de callo en vástago..... 53
Figura 15	Presencia de raíces en vástagos..... 54
Figura 16	Conteo de sobrevivencia en plantas..... 55
Figura 17	Altura de la planta..... 56
Figura 18	Pesado de muestras vegetales..... 57
Figura 19	Gráfica de (ANDEVA) para la variable número de raíces..... 60
Figura 20	Gráfica de (ANDEVA) para la variable número de hojas..... 62
Figura 21	Gráfica de (ANDEVA) para la variable peso seco de raíces..... 64
Figura 22	Relación de los tratamientos y la altura de la planta..... 66
Figura 23	Entrega y explicación a los maestros de la Escuela Municipal, el Módulo Integrado de Educación Forestal..... 73
Figura 24	Visita y entrega a los maestros de una escuela del área metropolitana de la zona 7..... 74
Figura 25	Entrega del módulo de Educación Forestal a la Directora de una escuela de la zona 7..... 74

Figura 26	Entrega y explicación del documento de la poda en árboles a trabajadores del huerto “Acatán”.....	76
Figura 27	Preparación del cubrecorte por lo trabajadores del huerto.....	77
Figura 28	Mezcla de los materiales para formar el cubrecorte.....	77
Figura 29	Poda de rama en un árbol del huerto Acatán.....	78
Figura 30	Aplicación de cubrecorte y demostración del principio.....	78
Figura 31	Plática a los trabajadores sobre manejo de viveros forestales..	81
Figura 32	Entrega del documento de viveros forestales.....	81
Figura 33	Práctica de viveros forestales.....	82
Figura 34	Propagación de 30,000 de plántulas forestales.....	82
Figura 35	Jardinización del parque No 1 colonia Justo Rufino Barrios...	87
Figura 36	Jardinización del boulevard que conduce a la colonia Venezuela	87
Figura 37	Medición de jardinera para proyecto parque colonia Venezuela	88
Figura 38	Jardinización parque No 2, colonia Justo Rufino Barrios.....	88
Figura 39	Jardinización del área forestal del vivero Acatán.....	90
Figura 40	Reforestación del Instituto Carlos Federico Mora.....	90
Figura 41	Reforestación de Escuela República de Uruguay.....	91
Figura 42	Poda de rama en árbol de ciprés.....	92
Figura 43	Poda de raleo en un árbol de pino.....	93
Figura 44	Corte de troza en árbol para usarse en elaboración de mesas	93
Figura 45	Mesa elaborada con la madera del pino talado.....	94

DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORESTALES EN LOS VIVEROS DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA; EVALUACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE MATILISGUATE (*Tabebuia rosea bertol.*) Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL VIVERO MUNICIPAL ACATÁN, ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El informe final de diagnóstico, investigación y servicios resume en forma documentada el trabajo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). El trabajo se orientó hacia la producción de plantas forestales de los viveros de la Municipalidad de Guatemala, referente a distintos criterios de selección del material al momento de plantarse en campo, así como principales modos de propagación que se utilizan en los viveros para abastecer a los distintos proyectos de jardinería y arborización urbana. La actividad se realizó gracias al apoyo de la Dirección de Desarrollo Social en coordinación con la Municipalidad de Guatemala.

El diagnóstico se realizó para conocer la situación actual de los sistemas de producción de plantas forestales en los viveros de la Municipalidad de Guatemala. Por medio del diagnóstico se determinaron las principales características de las especies forestales que se utilizan para arborización urbana, jardinería, criterios de selección y modos de propagación, encontrándose como principal medio de propagación la semilla y no otras alternativas que agilicen la obtención masal de plántulas de mayor tamaño en el menor tiempo posible.

La investigación se derivó de los problemas encontrados en el diagnóstico, por lo que se escogió como un método alternativo la propagación vegetativa de una especie ampliamente utilizada para arborización urbana: *Tabebuia rosea bertol.* Se evaluó la respuesta al enraizamiento en vástago, en función de tres concentraciones del ácido Indol-3Butírico y tres diámetros de estaca, en plantas en fase de vivero con material juvenil para propagar. La investigación tuvo una duración de 4 meses. El estudio se realizó en el Huerto y Vivero Urbano Municipal Acatán zona 16, ciudad de Guatemala.

El resultado de la investigación, demostró que existe respuesta a la propagación vegetativa por la especie bajo estudio, la respuesta fue mayor para el caso de propagación por vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador. Los resultados se midieron en presencia de callo, de raíces, y de brotes; además, peso seco de raíces, altura de la planta. Este resultado es de importancia ya que permite obtener plantas de matilisguate de mayor tamaño en menos tiempo y esto se vería reflejado en el arbolado urbano.

Los servicios prestados fueron de acuerdo con los sistemas de producción de plantas forestales que la Municipalidad de Guatemala utiliza para abastecer los proyectos de jardinería y arborización orientándose al mejoramiento de los procesos. Como primer servicio se propuso un documento escrito sobre especies adecuadas para silvicultura urbana, como segundo servicio buenas prácticas silvícolas en árboles establecidos, por medio de experiencias prácticas con los trabajadores del vivero; como tercer servicio el Módulo de educación forestal donado a los maestros de algunas escuelas del área metropolitana; como cuarto servicio se propuso capacitaciones referente a manejo y mejoramiento de un vivero forestal, lográndose por parte de los trabajadores mejor destreza y conocimiento del tema.

El Matilisguate (*Tabebuia rosea B.*) es una especie ampliamente distribuida en Guatemala con valor ornamental, el cual se reproduce principalmente por semilla con porcentaje de germinación de 70 a 95%. Aún siendo una especie de fácil propagación por semilla, el método tiene el inconveniente de tardar mucho para lograr plantas mayores de un metro en altura, para forestar en las ciudades. Es de esperarse que la especie responda a la propagación vegetativa. En consecuencia es necesario adquirir información sobre esta problemática.

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en el período Febrero Noviembre de 2009.

CAPITULO I

DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS FORESTALES EN LOS VIVEROS DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA.

1.1 Presentación

Actualmente la Municipalidad de Guatemala, cuenta con tres viveros ubicados de la siguiente manera: uno en Acatán zona 16, Huerto y Vivero Urbano Municipal que se dedica al manejo de plantas ornamentales, plantas forestales, un invernadero donde se tienen pilones de tomate y chile pimiento, propagación de plantas cuyo producto tiene como destino final las guarderías, jardinería de parques, forestación de barrancos, entre otros. Por aparte se tiene otro vivero ubicado en la Avenida Simeón Cañas y 6ta. Avenida final; donde se manejan plantas ornamentales, forestales, invernaderos donde se propagan diversos materiales de éstas; así como de áreas aledañas al barranco circundante a éste donde se extraen arena, tierra, hojarasca, y diversos materiales con los cuales se produce el sustrato principalmente para el llenado de bolsas y germinadores para plantas ornamentales. Así también, se tiene otro vivero ubicado en San Miguel Petapa, Km. 14.5 jurisdicción de Villa Nueva, camino que conduce a la colonia El Frutal, donde principalmente se manejan especies forestales que durante el desarrollo del presente diagnóstico se mencionarán a detalle; así como de especies ornamentales que también se encuentran presentes en los otros dos viveros mencionados anteriormente.

Con el presente informe se pretende dar una noción introductoria de los sistemas de producción de plantas forestales, su manejo, atributos, entre otros, así también se mencionan aspectos biofísicos de la localidad de estudio. Otro aspecto que cabe mencionar durante el desarrollo del mismo es la estructura organizacional de la Dirección de Desarrollo Social, donde al final se muestra el organigrama de la Municipalidad de Guatemala, así también a utilizar una metodología que sea de utilidad para recopilar información que sirva de base para la realización de investigación y servicios.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 GENERALIDADES DEL HUERTO Y VIVERO MUNICIPAL, ACATÁN, ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA

Actualmente la Municipalidad de Guatemala, cuenta con tres viveros, uno ubicado en Acatán zona 16, Huerto y Vivero Urbano Municipal que se dedica al manejo y producción de cultivos, plantas ornamentales, plantas forestales, dos invernaderos donde principalmente se reproducen y propagan cultivos, especies ornamentales como forestales que tienen como destino final las guarderías, jardinería de parques, forestación de barrancos, arborización urbana.

1.2.2 UBICACIÓN

Las instalaciones del Huerto y Vivero municipal se encuentran ubicadas según las coordenadas 14°37'17" Latitud Norte y 90°18'12" Longitud Oeste. Dista del centro de la ciudad de Guatemala a 8.5 km. a través de la Calzada la Paz que conduce a la aldea Santa Rosita, en Acatán zona 16, limita al norte con el colegio la preparatoria, al sur con la planta de empagua y al este con Residenciales San Isidro. El huerto y vivero municipal se encuentra a una altura de 1,583 metros sobre el nivel del mar.

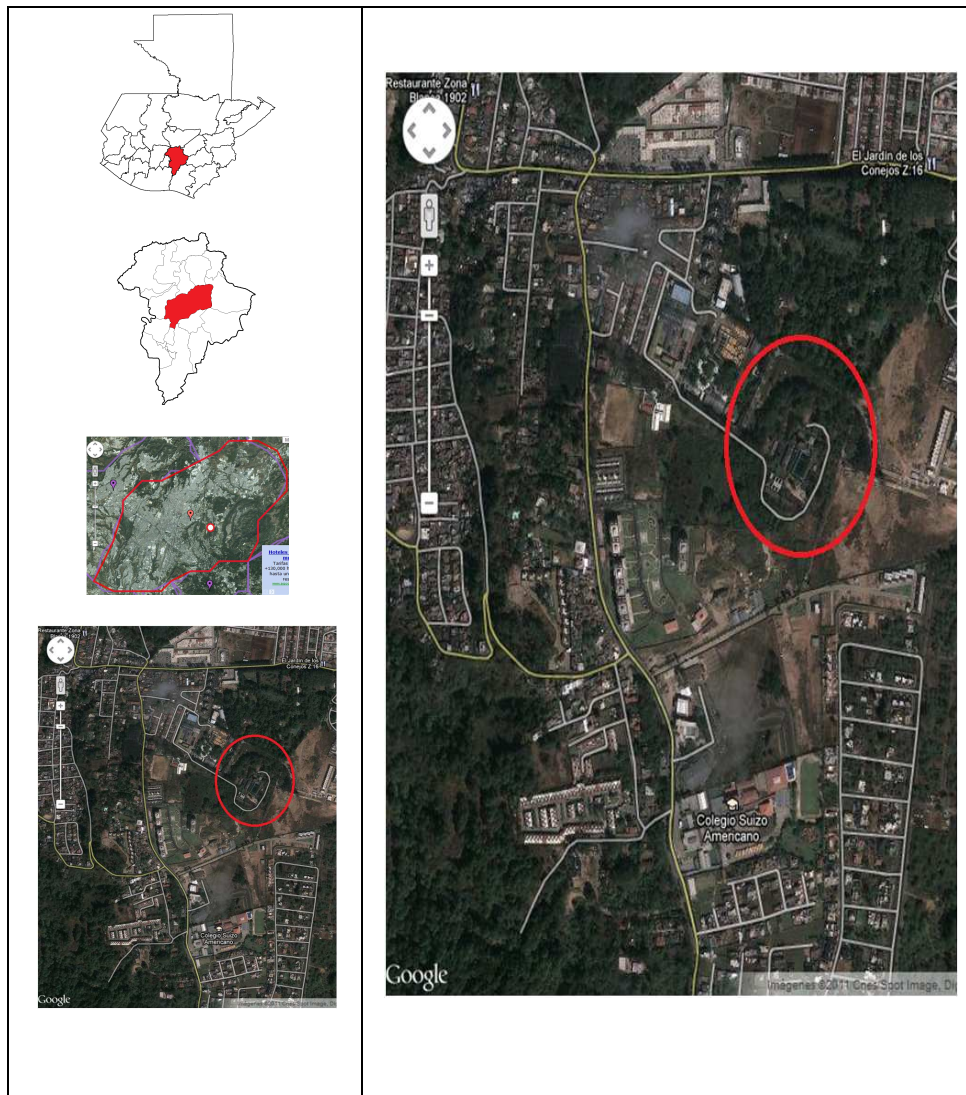


Figura 1. Ubicación del Huerto y vivero Acatán Autor: Google Earth 2011

1.2.3 GENERALIDADES DEL MATILISGUATE

La especie se distribuye en América tropical, extendiéndose desde el sudeste de los Estados Unidos, a través de América Central y las Antillas, hasta Venezuela, Colombia y Ecuador.

En Guatemala se encuentra en Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Izabal, Zacapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sololá, Retalhuleu, San Marcos y Huehuetenango.

La reproducción de *Tabebuia rosea bertol* es por semilla, éstas se colectan cuando las vainas presentan un color café claro y son quebradizas. Germinan en un período de 5 a 25 días con porcentaje de germinación de 70 a 95%, sumergiéndolas en agua a temperatura ambiente por 24 horas. Se usa mucho como ornamento en cercos vivos, calles, parques, bulevares y residencias, como uso alternativo en plantaciones de cacao y producción de miel (INAB 2004).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

1. Describir la situación integral de los sistemas forestales, de los viveros de la Municipalidad del departamento de Guatemala.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el análisis de los sistemas de producción de plantas forestales a través de un FODA para priorizar los principales problemas.
2. Determinar los principales problemas que afectan el desarrollo de las especies forestales.
3. Determinar las principales características de los árboles ornamentales con que trabaja la Municipalidad de Guatemala.

1.4 METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente informe de diagnóstico se entrevistó al personal que trabaja en los diferentes viveros de la Municipalidad de Guatemala, donde se recibe información sobre las especies presentes en el vivero, manejo que se da a las plantas; asimismo, tecnología de riego aplicado, criterios de selección de plantas en el momento de siembra y aplicación de agroquímicos para control de enfermedades en el vivero.

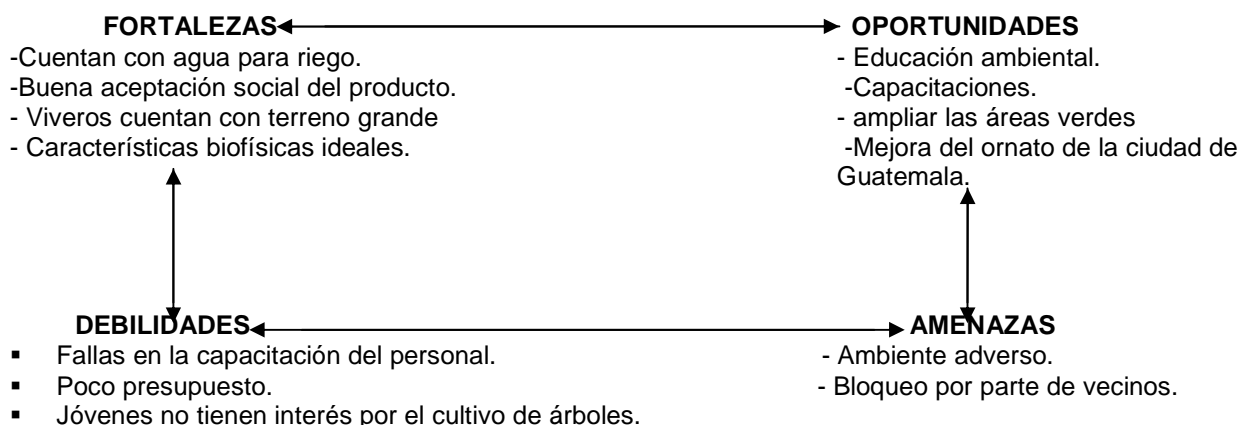
Otras fuentes de información primaria se realizaron mediante visitas a la Municipalidad de Guatemala para obtener: ubicación del vivero, años de funcionamiento del huerto, y viveros la península, Ojo de Agua, en San Miguel Petapa, número de trabajadores por vivero, entre otros.

A través de la información que fue proporcionada se hizo el análisis de los sistemas de producción de plantas mediante un FODA para describir la situación actual de los viveros de la Municipalidad de Guatemala.

A continuación se presenta un esquema donde se trata la situación actual del huerto y viveros de la Municipalidad de Guatemala.

Esquema 1

ANÁLISIS FODA



Como se aprecia en el esquema 1 están los factores internos y externos de la situación actual del Huerto y Vivero Acatán, viveros La Península y Ojo de Agua; y de cómo éstos

pueden aprovecharse en el futuro para brindar mejoras al ornato y servicios ambientales que podrían brindarse con jardinizaciones, mantenimiento de áreas verdes y el arbolado urbano para un ambiente embellecido de la ciudad de Guatemala.

1.4.1 Organización Administrativa

La Municipalidad del Departamento de Guatemala cuenta con un Concejo Municipal que a su vez subordina a las alcaldías auxiliares, que tienen a su cargo la coordinación de programas sociales de población en riesgo en jóvenes que viven en barrios de alta vulnerabilidad. La Dirección de Desarrollo Social, unidad encargada del eje de trabajo social, desarrolla programas sociales de redignificación, reinserción en los barrios, así como el desarrollo económico local (6)

1.4.2 Características de reproducción de plantas del Huerto y viveros de la Municipalidad de Guatemala.

El Huerto y Vivero Urbano Municipal Acatán tiene 3 años de funcionamiento del proyecto, cuenta con aproximadamente 10 trabajadores de cuadrilla que tienen a su cargo el mantenimiento y reproducción de plantas ornamentales; así como, también coordina la participación de estos en jardinización de parques. Las especies de plantas en su mayoría poseen atributos ornamentales, por lo que generalmente son utilizadas en jardinización de parques, siembra en arriates, banquetas, entre otros. La forma de propagación que se utiliza en ornamentales es por vástago (1)

A continuación, en el Cuadro 1 se presenta una lista de plantas con su nombre común, nombre científico y características, presentes en el Huerto y Vivero Acatán.

Cuadro 1. Características de plantas ornamentales en el Huerto y Vivero Acatán.

No.	Nombre Común	Nombre Científico	Características
1	Capa de rey	Solenostemo blumei	Propagación por vástago
2	Cucuyú	Canna spp.	Propagación por bulbo
3	Hiedrón	Hedera helix	Propagación por vástago
4	Lirio africano	Iris pseudocarus	Propagación por estolón
5	Moraea	Dietes bicolor	Propagación separación por hijos
6	Pelargonio chino	Senecio mikanioides	Propagación por vástago
7	Roelia	Ruellia tweediana	Propagación por vástago
8	Centavito	Pilea serpyllaceae	Propagación por vástago
9	Electra	Asparragus desinforus	Propagación por semilla
10	Mala madre	Chlorophytum comosum	Propagación separación por hijos
11	Shleflera jaspe	Schefflera arborícola F.	Propagación por vástago y acodo
12	Ciprés	Cupressus Lusitánica L.	Propagación por semilla

Las plantas citadas en el Cuadro anterior tienen uso ornamental a excepción del Ciprés que es utilizado como planta ornamental o forestal dependiendo del tipo de proyecto al cual se destina. Las especies forestales en el área forestal del vivero Acatán son Casuarina, pino, ciprés y eucalipto, de una edad aproximada de 25 años, se observa mal estado fitosanitario en los arboles porque no se han hecho podas, clareos en los rodales, lo que redundará en mala fisonomía del lugar y arboles enfermos (1).

El Vivero La Península ubicado en la Avenida Simeón Cañas final zona 2 cuenta con aproximadamente 30 trabajadores, dedicados a las labores de llenado de bolsas, propagación de plantas, riego y mantenimiento/ monitoreo de plantas. Éste es el vivero con más tiempo de funciones, ya que data de aproximadamente 50 años atrás. Cuenta con 300 especies de plantas ornamentales, la propagación de éstas principalmente es por vástago, aunque en algunos casos dependiendo de la especie se hace por acodo. En cuanto al sustrato que se utiliza se compone de tierra negra, arena y broza en

proporciones 2:2:1, en variedades resistentes se utiliza proporciones de 1:1:1 y 2:1. Dependiendo al tipo de proyecto que se destine (8).

En cuanto a propagación del material vegetal, se hace en invernaderos con tablonces o bien en bandejas, cuyo sustrato principalmente es arena-tierra y solo arena. Para enraizamiento de vástago se utiliza el producto Rootex 30 a 2 medidas Bayer para una regadera en tablonces conteniendo arena como sustrato (9)

La fertilización de las plantas la realizan con triple 15 y fertilizantes foliares a 2 copas Bayer por bomba de mochila. Cada mes abonan las plantas para mantenerlas siempre verdes. El riego cada 2 días lo realizan de forma manual, es decir manguera + aspersor tipo llovizna la desinfección de suelos la realizan con Nematicida Banrot (9).

El Vivero Ojo de Agua dedicado principalmente al manejo de árboles forestales clasifica a éstos en dos tipos que son:

1. Árboles para plantar en áreas grandes (forestación en barrancos), se muestran a continuación en el Cuadro No. 2 las especies utilizadas para este fin.

Cuadro 2 Características de árboles presentes en Vivero Ojo de Agua.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ATRIBUTO
Ciprés	<i>Cupressus lusitánica M.</i>	<i>Forestal</i>
Ciprés romano	<i>Thuja orientalis L.</i>	<i>Ornamental</i>
Pino	<i>Pinus maximinoii sp</i>	<i>Forestal</i>
Eucalipto torreliana	<i>Eucaliptus torreliana sp.</i>	<i>Forestal</i>
Manzana rosa	<i>Eugenia sp.</i>	<i>Ornamental</i>

2. Para arborización en parques, se muestran en el Cuadro 3 las especies utilizadas para este fin.

Cuadro 3 Características de árboles presentes en Vivero Ojo de Agua.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ATRIBUTO
Árbol de magnolia	<i>Magnolia guatemalensis sp.</i>	<i>Ornamental</i>
Coel reuteria	<i>Coel Reuteria elegans sp.</i>	<i>Ornamental</i>
Álamo	<i>Populus lombardo</i>	<i>Ornamental</i>
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Ornamental</i>
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia D.</i>	<i>Ornamental</i>
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea B.</i>	<i>Ornamental</i>
Trueno	<i>Ligustrum lucidum L.</i>	<i>ornamental</i>

Las especies de árboles citadas en el cuadro anterior se reproducen principalmente por semilla, la cual se colecta con trabajadores de cuadrilla del vivero, para atender proyectos de jardinería de parques, reforestación de barrancos, entre otros (2).

1.4.3 MANEJO DE PLANTULAS FORESTALES

Las plantas forestales se propagan generalmente por semilla, la cual se coloca en Semilleros, estas semillas emergen a los 22 días. El trasplante se hace al mes de germinadas, se colocan en bolsas plásticas de polietileno negro de 6x10cm., 9x14cm., 10x16cm. y 15x20cm. dependiendo de la especie. Estas bolsas se llenan con tierra negra y arena blanca en proporción 2:1, la altura promedio de los árboles para plantarse en campo es de 2.50 metros que toma de 1 a 3 años dependiendo de la especie. Los productos y subproductos de especies de pino y ciprés se destinan para producción de leña. Anteriormente se utilizaba el árbol de sauce para evitar erosión en barrancos y laderas (7).

1.4.4 TRATAMIENTO DE PLANTULAS AL SALIR AL CAMPO

En invierno se hace el ahoyado de las bolsas, al cual le colocan abonos solubles de Urea y triple 15. La poda de árboles la realizan personal de cuadrilla del Vivero Ojo de Agua. El insecticida que se aplica a las plantas al estar listas para el trasplante es Volaton a 2 copas Bayer por bomba de mochila, también fertilizante foliar Bayfolan a los árboles plantados (2).

1.5 RESULTADOS

1.5.1 NUMERO DE PLANTAS QUE SE PRODUCEN AL AÑO

Anualmente se producen 20,000 plantas de las cuales las especies que mayor prioridad tienen sea ésta por sus atributos ornamentales, o bien para forestación de barrancos. Se muestran a continuación en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Principales especies producidas por año.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea B.</i>	3,000
Magnolia	<i>Magnolia guatemalensis</i>	12,000
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	2,000
Eucalipto torreliana	<i>Eucaliptus torreliana sp.</i>	3,000

A continuación se presenta en el Cuadro 5; el nombre común, nombre científico, lugar donde se han plantado las especies forestales para proyectos de jardinería de parques arborización de calzadas, banquetas de la ciudad de Guatemala.

Cuadro 5. Nombre de especies forestales presentes en Vivero Ojo de Agua.

NOMBRE COMÚN	N. CIENTÍFICO	LOCALIDAD PLANTADA	ATRIBUTOS DE LA ESPECIE
Álamo	<i>Populus lombardo</i> Sp.	Aguilar Batres, Ave. Bolívar, 8ª. Calle zona 13 y zona 5	Ornamental.
Ciprés común	<i>Cupressus lusitánica</i> L.	Pamplona, Kanajuyú	Forestal- ornamental
Calistemon	<i>Calistemon erectus</i>	Avenida Elena, aeropuerto, calzada Juan pablo II, 6ta. Avenida zona 9 y zona 10	Ornamental
Coel reuteria	<i>Coel reuteria elegans</i> D.	Colonia Reformita, Vista Hermosa zona 15	Exótica.
<i>Eucalipto torreliana</i>	<i>Eucaiptus torreliana</i> sp.	Barrancos de Nimajuyú, Justo Rufino Barrios, Avenida Petapa.	Forestal
Eucalipto	<i>Eucaliptus camadulensis</i>	Barrancos de Nimajuyú Justo Rufino Barrios.	Forestal
Ficus	<i>Ficus benjamina</i> L.	6ta. Avenida zona 9.	Ornamental
Hormigo	<i>Platimiscium dimorphandrum</i>	Nimajuyú, calzada La Paz.	Forestal
Jacaranda	<i>Jacaranda acutifolia</i> D.	En parques y calzadas de la ciudad.	Ornamental
Magnolia	<i>Magnolia guatemalensis</i> sp.	Zonas 9, 10 y 11 parques y banquetas.	Ornamental
Manzana rosa	<i>Eugenia spp.</i>	Zonas 9,10 y 11, el frutal Villa Nueva.	Ornamental
Manzanote	<i>Olmediella beschleriana</i>	Ave Reforma zona 9 CEJUSA, Calzada Atanasio Tzul.	Ornamental
Matilisqueate	<i>Tabebuia rosea</i> B.	Zona 9, 10 calzada Roosevelt zona 11.	Ornamental
Trueno	<i>Ligustrum Lucidum</i> L.	6ta. Avenida zona 9, Parque Morazán zona 2.	Ornamental
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Banquetas y arriates zona 9, zona 10 y zona 12.	Ornamental
Ciprés romano	<i>Thuja orientalis</i> L.	Barrancos zona 21, jardines y parques zona 9, 10.	Ornamental

Para control de royas utilizan Silvacur, para insectos, insecticidas Vidate y Volaton.

Para la fertilización se utiliza Polifor (fertilizante foliar) a 1 copa Bayer por bomba de mochila para nutrir el vigor de la planta y mantener verde su follaje. Especies como liquidámbar ha presentado pocos resultados en cuanto a desarrollo porque se ha sembrado a bajas alturas. En arboles de Matilisqueate y álamo se ha presentado daño al follaje ocasionado principalmente por royas (7)

1.5.2 Criterios de selección de plantas para forestación y arborización

- Número de plantas y tiempo de reproducción al año.
- Especies de plantas y tiempo de reproducción.
- Especies más requeridas.
- Especies que más se han donado a la comunidad.

1.5.3 Componentes del programa de forestación

- Producción: se producen tanto especies ornamentales como forestales.
- Identificación de las especies a reforestar.
- Ejecución de los programas de reforestación en áreas verdes y barrancos.
- Mantenimiento de áreas verdes y reforestadas, las cuales se realizan con las cuadrillas y con el programa Ciudad de Guatemala Limpia y Verde.

1.5.4 Factores que inciden en la producción

- Presupuesto adecuado para la producción y mantenimiento de las plantaciones dentro y fuera de los viveros.
- Extensión o área de los viveros para la producción de plantas acorde al tamaño de éstas.
- Espaciamiento entre plantas al momento de la plantación para evitar competencia entre estas y lograr plantas con mayor altura y mayor follaje.
- Número de plantas y tiempo de producción al año.

el Cuadro 6 presenta ensayos con plantas en fase de vivero previo a usarse en proyectos de jardinizaci3n de parques.

Cuadro 6. Respuesta de 6rboles a distintos tratamientos en Vivero Ojo de Agua.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CARACTERÍSTICAS/COMPORTEAMIENTO
Matiliguat	<i>Tabebuia rosea B.</i>	Si se siembra en bolsa de 6x10 crece 40cm. en un a1o, en bolsa de 10 x 16 crece 1 mt. En 2 a1os, en bolsa de 15x20 crece 2 mt. Le toma 3 a1os.
Magnolia	<i>Magnolia guatemalensis sp.</i>	Para que alcance 80cm. de altura toma 1 a1o de espera, 2 metros 2 a1os de espera, 3.5 metros 3 a1os de espera; resaltan sus atributos como olor agradable, denso follaje y por sus flores.
Manzanote	<i>Olmediella beschleriana</i>	Es una especie cuya conformaci3n es de tipo piramidal, con coloraci3n de follaje verde intenso, flores amarillo rojizo.
Coralillo	<i>Citharexylum donnell-smithill</i>	Forma de la copa irregular, flores color crema, ya no lo producen, es 6rbol originario de Guatemala, se usaba como ornamental.
Hormigo	<i>Platimiscium dimorphandrum</i>	Por sus caracteristicas ornamentales se ha donado a colegios, escuelas, vecinos, para ser plantado en sus localidades.
Cipr3s com3n	<i>Cupressus lusit6nica L.</i>	Forma de copa cil6ndrica sim3trica que pueda alcanzar los 20 metros de altura, se ha utilizado principalmente para protecci3n de suelos en barrancos aleda1os al 6rea metropolitana.
Liquid6mbar	<i>Liquid6mbar styraciflua</i>	Por sus caracteristicas ornamentales se ha donado a escuelas, colegio, vecinos para ser plantado en sus localidades.
Eucalipto	<i>Eucaliptus camadulensis</i>	Se ha donado principalmente a escuelas, colegios y vecinos para ser plantado en sus localidades.
Ceiba	<i>Ceiba pentandra sp.</i>	Por la forma de su copa plana amplia y el color rosa de sus flores se ha utilizado principalmente para parques y 6reas verdes.
Trueno	<i>Ligustrum lucidum</i>	Por sus caracteristicas ornamentales se ha donado a escuelas, colegios para ser plantado en sus localidades.
Jacaranda	<i>Jacaranda acutifolia D.</i>	Por el color de sus flores y su follaje fino y extendido se ha utilizado principalmente para fines ornamentales.
Ficus	<i>Ficus benjamina L.</i>	Forma de la copa densa y globosa, de r6pido crecimiento se ha donado a escuelas, colegios, vecinos para ser plantado en parques.

1.5.5 PROGRAMAS AMBIENTALES

La Unidad de Parques y Áreas Verdes de la Dirección de Medio Ambiente Municipal da mantenimiento constante en áreas verdes y jardines de bulevares. Los trabajos de mantenimiento en la vía pública y áreas verdes de la capital forman parte de un programa permanente de recuperación de la ciudad, que ejecuta la Municipalidad de Guatemala.(6)

1.6 CONCLUSIONES

- Falta de capacitación del personal encargado.
- Deficiencia en el manejo silvícola en árboles establecidos.
- Falta de un programa de arborización urbana.
- Desconocimiento de una cultura forestal.

1.7 RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal técnico de los viveros.
- Identificar las especies adecuadas acorde a sus características para programas de forestación urbana.
- Divulgar al personal de viveros la importancia del tema “Educación Forestal.”
- Propiciar interés por parte de los trabajadores en el cultivo de árboles.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Dávila, R. 2009. Características del huerto y vivero urbano municipal, Acatán zona 16 (entrevista). Guatemala, Guatemala, Municipalidad de Guatemala, Encargado del Vivero.
2. Herrera, MA. 2009. Características de las plántulas forestales del vivero Ojo de Agua (entrevista). Villa Nueva, Guatemala, Vivero Municipal de Guatemala, Trabajador del Vivero.
3. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1993. Mapa de zonas de vida de la República de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:600.000. 4 h.
4. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2009. Tarjetas de registro climáticos de la estación central del INSIVUMEH años 1937-1990. Guatemala. 85 p.
5. Molina Gómez, RJ. 1994. Efecto sobre la infraestructura vial de las especies arbóreas utilizadas como ornato en la ciudad de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 40 p.
6. MuniGuate.com 2009. Programas ambientales (en línea). Guatemala, Municipalidad de Guatemala. Consultado 13 mar 2009. Disponible en www.muniguate.com/HTML.
7. Palma, D. 2009. Manejo y características de plántulas forestales en el vivero Ojo de Agua (entrevista). Villa Nueva, Guatemala, Vivero Municipal de Guatemala, Trabajador del Vivero.
8. Peña, A. 2009. Información sobre especies ornamentales del vivero de La Península, zona 2 (entrevista). Guatemala, Guatemala, Municipalidad de Guatemala, Encargado del vivero.
9. Pineda, A. 2009. Manejo y modos de propagación en plantas ornamentales (entrevista). Guatemala, Guatemala, Municipalidad de Guatemala, Vivero La Península, Zona 2, Trabajador del Vivero.
10. Wipipedia.com. 2009. Propagación plantas ornamentales (en línea). España. Consultado 13 mar 2009. Disponible en www.wikipedia.com/PDF.

Las siguientes imágenes son especies forestales presentes en vivero ojo de agua

1.9 ANEXO



Figura 1 A Matilisgate. autor: Mario Fernández



Figura 2 A Magnolia. Autor: Mario Fernández



Figura 3 A Manzana rosa. Autor: Mario Fernández



Figura 4 A Manzanote. Autor: Mario Fernández



Figura 5 A. Liquidambar. Autor: Mario Fernández



Figura 6 A. Calistemon. Autor: Mario Fernández

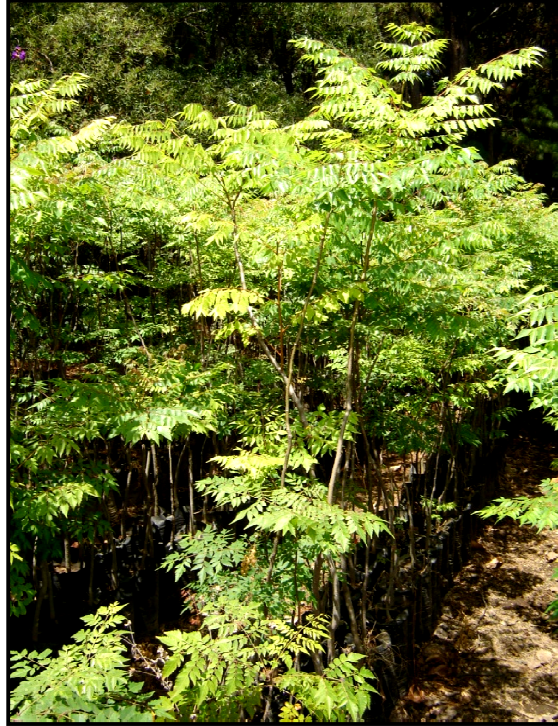


Figura 7 A. Col reuteria. Autor: Mario Fernández



Figura 8 A. Pino. Autor: Mario Fernández



Figura 9 A. Ciprés. Autor: Mario Fernández



Figura 10 A. Ficus. Autor: Mario Fernández



Figura 11 A. Trueno. Autor: Mario Fernández



Figura 12 A. Eucalipto Torreliana. Autor: Mario Fernández



Figura 13 A. Álamo. Autor: Mario Fernández



Figura 14 A. Jacaranda. Autor: Mario Fernández

CAPITULO II

**EVALUACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO EN FUNCIÓN DE TRES
CONCENTRACIONES DEL ÁCIDO INDOL-3BUTÍRICO Y TRES
DIÁMETROS DE ESTACA DE MATILISGUATE (*Tabebuia rosea bertol.*)
EN EL HUERTO Y VIVERO MUNICIPAL, ACATÁN, ZONA 16, CIUDAD DE
GUATEMALA.**

**EVALUATION OF ROOTING USED IN THREE DIFFERENT
CONCENTRATIONS OF INDOLE-3BUTIRIC ACID AND STAKES OF
MATILISGUATE (*Tabebuia rosea bertol*) PROVED IN AN URBAN
NURSERY AND CROPS OF THE MUNICIPALITY LOCATED IN ZONE 16,
ACATAN, GUATEMALA CITY, GUATEMALA.**

3.1 PRESENTACION

En la actualidad la Municipalidad de Guatemala a lo largo de las diferentes gestiones municipales de los últimos 20 años, desarrolla por medio de la Dirección de Desarrollo Social, una serie de programas de jardinería y arborización a manera de crear áreas verdes en el ambiente ciudadano, hasta los diferentes programas sociales de población en riesgo que dan apoyo a adolescentes, además existe gran variedad de plantas forestales que necesitan producirse en el menor tiempo posible.

En el presente estudio se realizó la evaluación de la respuesta al enraizamiento en vástagos de matilisguate (*Tabebuia rosea B.*) mediante el uso del regulador ácido indol-3 butírico. El enraizamiento inducido en los vástagos se montó en un diseño experimental consistente en 1200 vástagos de distinto diámetro, obteniéndose un enraizamiento de 1000 plantas, durante el desarrollo de la presente investigación. La información obtenida servirá de base para el manejo en vivero que se da a la especie bajo estudio, puesto que es de amplio uso en arborización de avenidas y jardinería de parques en la ciudad de Guatemala.

Es importante señalar que en los viveros municipales se ha utilizado para la producción de plantas forestales la semilla, como único medio de propagación; sin embargo, estudios de propagación vegetativa en especies arbóreas denotan que es posible propagar variadas latifoliadas de esta manera. Para el desarrollo del presente estudio, se contó con el apoyo de la Dirección de Desarrollo Social de la Municipalidad de Guatemala, como también de la Subárea del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Propagación vegetativa

La propagación vegetativa se refiere a la reproducción de una planta por la vía asexual. Por medio de este tipo de propagación se puede generar una planta nueva con solamente usar alguna parte vegetal de la planta original (2).

A. Propagación por medio de estacas.

Para propagar una planta por medio de estacas, se corta una porción de tallo, raíz u hoja de la planta madre, se coloca en condiciones favorables y se induce a la formación de raíces y brotes. Las estacas se pueden clasificar de acuerdo con la parte de la planta de donde proceden, así que puede haber estacas de tallo, de hoja, de hoja y yema, y de raíz (5).

Hartmann (5) afirma que las estacas de tallo son el tipo más importante y pueden clasificarse según la naturaleza de la madera que las forman de la siguiente manera: madera dura, madera semidura, madera suave y herbácea.

B. Desarrollo de raíces en estacas de tallos.

a. Formación de raíces adventicias

Este tipo de raíces se origina en el tejido del xilema secundario joven (2). Pueden ser de dos tipos: raíces preformadas y raíces de lesiones; las primeras están en los tallos o ramas cuando aun están adheridas a la planta madre y se vuelven latentes cuando se cortan las estacas y se ponen en condiciones favorables; las segundas se desarrollan sólo después de haber hecho la estaca (2).

Al cortar una estaca, las células quedan expuestas y se da un proceso de cicatrización, formándose una capa de suberina que protege el resto de las células, luego estas células se empiezan a dividir y forman el callo; por ultimo, por procesos de división celular, empiezan a formarse las raíces adventicias (2).

Hartmann (5) afirma que la formación de raíces adventicias puede depender de ciertos factores inherentes no translocables, determinados por el genotipo de las células individuales del tejido. Aunque es probable que para establecer condiciones que favorezcan la iniciación de raíces existan interacciones entre ciertos factores fijos no móviles situados dentro de las células; podrían ser ciertas enzimas y nutrientes fácilmente asimilables y factores endógenos del enraizamiento.

C. Formación de callo

De acuerdo con Hartmann (5), “el callo es una masa irregular de células de parénquima en varios estados de lignificación”. Éste se origina en las células jóvenes del cambium vascular y el floema adyacente, pero también puede contribuir a su formación, células de la corteza y de la médula.

Se cree que a partir del callo se empiezan a formar las raíces, por lo que al hacer callo, se está asegurando que la estaca empieza a enraizar (5).

D. Proceso del enraizamiento

De acuerdo con Hartmann (5), el enraizamiento es el desarrollo de las raíces cuya formación está influida por factores fisiológicos, bioquímicos y anatómicos; así como por las relaciones existentes entre ellos. El mismo autor indica que en las estacas de tallo la mayoría de las raíces adventicias se originan en partes y formas diferentes de las normales. Se inician con la división celular, seguida por el desarrollo de grupos de células en división hasta formar un meristemo apical de la raíz. Esta raíz perfora la salida a través de las capas superficiales de células, hasta salir a la superficie (5).

Según Bidwell (1), el crecimiento de la raíz está normalmente bajo el control de ciertos reguladores u hormonas del crecimiento, aunque el tipo y velocidad del crecimiento dependen no solamente de la presencia de dichas hormonas, sino del balance entre ellas.

Según Leakey y Mesen (8), el proceso de enraizamiento de estacas de especies leñosas es complejo debido a los diversos factores que influyen la capacidad de enraizamiento, sin embargo puede considerarse simple en el momento que se encuentre un método básico que logre facilitar el proceso de enraizamiento. Los mismos autores han trabajado un centenar de especies (no sólo forestales) de las que un 95% de las cuales puede ser propagado con éxito usando procedimientos estandarizados.

E. Factores que Influyen en el enraizamiento

a. Factores endógenos.

iii. Edad de la planta madre y de la estaca

Las estacas tomadas de plantas jóvenes tienen más capacidad de formación de raíces adventicias que las tomadas de plantas maduras, esto se debe a la diferencia fisiológica entre planta joven y planta madura. La condición inmadura llamada juvenilidad es importante en la propagación. Los brotes juveniles enraízan más rápido. Las plantas madres al momento de cortar las estacas deben estar en estado activo de crecimiento y no de floración, para que se encuentre en su máxima capacidad regeneradora (1).

iii. Nutrición de la planta patón

El estado nutricional de la planta madre tiene gran influencia en el desarrollo de raíces y ramas en las estacas separadas de ella. Es muy importante la concentración de carbohidratos o almidones seguidos de la presencia de nitrógeno, potasio y zinc. Entre las plantas progenitoras el equilibrio entre el contenido bajo de nitrógeno y alto en carbohidratos, puede favorecer el enraizamiento (1).

iii. Niveles de auxina

Las auxinas son reguladores de crecimiento producidos por la misma planta, se sintetizan en las hojas y yemas, estas sustancias en las células jóvenes no diferenciadas, provocan la síntesis de ácido ribonucleico que interviene en la iniciación de primordios de raíces adventicias del tallo (1).

iii. **Posición de la estaca en la planta madre**

Las estacas pueden tomarse de ramas laterales o ramas terminales, siendo mejores las primeras, debido a que ha disminuido el crecimiento rápido y han acumulado carbohidratos. Las estacas pueden separarse de diferentes regiones de las ramas, cuya composición química varía de la base a la punta, incrementándose el contenido de nitrógeno y disminuyendo el contenido de carbohidratos. Generalmente enraízan mejor las estacas tomadas de las partes basales de la rama debido a las altas reservas de carbohidratos, en otros casos son mejores las estacas terminales, pues producen sustancias endógenas promotoras del enraizamiento, o hay menor diferenciación, facilitándole a las células volverse meristemáticas (1).

b. **Factores exógenos**

a. **Condiciones ambientales**

Los requerimientos de cada especie, el ambiente bajo el cual se desarrollan las estacas va a ser variable en cuanto a los siguientes factores :

1. **Humedad.** Las estacas necesitan cierto nivel de humedad para mantener su vigor. En estacas con hojas, el enraizamiento se ve estimulado pero la pérdida de agua a través de ellas puede disminuir el contenido de agua en las estacas, las cuales llegan a morir por desecación antes de formar raíces.
2. **Temperatura.** La temperatura puede regular la producción de raíces, que deben desarrollarse antes del crecimiento del tallo y desarrollo de las yemas, recomendándose temperaturas mayores para la base de la estaca y menores para la parte terminal.
3. **Luz.** La luz es un factor importante pues las estacas con hoja elaboran productos fotosintéticos importantes para la iniciación y el crecimiento de raíces, requiriendo intensidad y longitud de luz suficientes para producir carbohidratos, los que serán

utilizados después. Las estacas de madera dura sin hojas dependen de los carbohidratos almacenados. Si las necesidades de auxinas son satisfechas externamente, la presencia de luz parece tener un efecto inhibitor sobre la iniciación de las raíces (5).

b. Sustrato.

En las plantas que enraízan con dificultad, el medio puede tener una gran influencia, tanto en el porcentaje de enraizamiento como en la calidad del sistema radicular que se forme. Existe una serie de factores a considerar entre los que se encuentran:

1. Porosidad. En el medio debe existir suficiente porosidad que permita una buena aireación y una alta capacidad de retención de agua al igual que un buen drenaje (5).
2. Sanidad. El medio debe estar libre de enfermedades e insectos, para estacas tiernas de madera suave. Para las estacas de madera semidura debe estar libre de hongos y bacterias (5).
3. Oxígeno. Para la producción de raíces es esencial la existencia de oxígeno en el medio, aunque su requerimiento varía en función de la especie (5).

Leakey por su parte indica que entre otros factores que influyen en el enraizamiento de estacas son la capacidad intrínseca de las especies debido a sus propiedades genéticas y fisiológicas, así como de las condiciones ambientales en que se desarrollen (8).

2.2.2 Reguladores de crecimiento

A. Términos generales

Weaver (15) define a los reguladores de crecimiento como “compuestos orgánicos (diferentes de los nutrientes) que, en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal”.

Existe también el término “hormonas de crecimiento” que si bien, tiene la misma función que los reguladores, se diferencian en que éstas son producidas por las mismas plantas y los otros son compuestos sintéticos (15).

Dentro de los reguladores de crecimiento se encuentran las auxinas, las giberelinas, las citoquininas y los inhibidores de crecimiento como el ácido abscísico. (15).

a. Tratamiento con reguladores de crecimiento

La aplicación de reguladores de crecimiento influye en la calidad y cantidad de enraizamiento; así como en el tiempo y uniformidad del mismo. De los materiales químicos sintéticos, el más recomendable para la producción de raíces es el ácido indolbutírico (5).

i. Auxinas

De acuerdo con Weaver (15), se le denomina auxinas al grupo de compuestos que se caracterizan por tener la capacidad de inducir la extensión de las células o brotes. Para Hartmann (5), las auxinas tienen varias ventajas al ser aplicadas a estacas: aceleran su iniciación y aumentan la uniformidad de enraizamiento.

iii. Efectos biológicos de las auxinas

Los efectos biológicos más importantes que tienen las auxinas son: la estimulación de la división celular, inicio de la formación de raíces de varias especies, inicio de floración, inducción de amarre de frutos, y desarrollo de frutos jóvenes, entre otros (15).

iii. Mecanismos de acción de las auxinas

Las auxinas incrementan la flexibilidad de las paredes celulares con lo cual se pierde la presión de turgencia de la célula. Al perderse la presión de turgencia, el agua ingresa al interior de la célula y de esa manera la misma se expande (15).

B. Utilización de reguladores de crecimiento para estimular el enraizamiento

De acuerdo con Weaver (15), las auxinas son los reguladores de crecimiento más usados para estimular el enraizamiento de las plantas. Dentro de las auxinas sintéticas se conocen dos productos que dan mejores resultados, éstos son: el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA).

C. Métodos de aplicación de reguladores de crecimiento

Weaver (15), describe tres métodos para aplicar los reguladores de crecimiento a las estacas y que son los únicos que actualmente se han utilizado en forma amplia y práctica, éstos son: la inmersión rápida, el remojo prolongado y el espolvoreado.

a. Método de inmersión rápida

Consiste en sumergir durante 5 segundos los extremos basales de las estacas en una solución concentrada (500-10,000 ppm) del producto químico en alcohol. Una vez absorbido el producto, las estacas se colocan en el medio de enraizamiento.

b. Método de remojo prolongado

En este método se prepara la solución requerida y se remoja a 1 pulgada del área basal de las estacas por 24 horas, luego se colocan en el medio de enraizamiento. En este método, la cantidad del compuesto absorbido va a depender de las condiciones externas (clima) y las especies usadas (15).

c. Método de espolvoreado

Este método consiste en mezclar el producto con algún polvo fino inerte (talco o arcilla) según la concentración a aplicar, que varía de 200 a 5,000 ppm (dependiendo el tipo de madera de la estaca). El polvo se aplica en el área basal humedecida en agua, de las estacas y luego se colocan en el medio de enraizamiento. Una de las desventajas de este método es que el polvo se puede desprender de la estaca al insertarla en el sustrato y además que el exceso de polvo en el área basal puede ocasionar toxicidad (15).

2.2.3 Sustancia promotora del crecimiento

El propósito de tratar los vástagos con reguladores de crecimiento es aumentar el porcentaje de enraizamiento, reducir el tiempo de iniciación de raíces y mejorar la calidad del sistema radical formado.

Existe gran cantidad de sustancias promotoras sintéticas que han mostrado su capacidad como inductores del enraizamiento, pero las siguientes son los más comunes:

A. Ácido Indol- Acético (AIA)

El AIA es la auxina natural que se encuentra en las plantas. Su efectividad como promotor del enraizamiento es generalmente menor que la de los otros compuestos sintéticos. Esto se debe a que las plantas poseen mecanismos que remueven al AIA de sus sistemas, conjugándolo con otros compuestos o destruyéndolo, lo cual reduce su efectividad; también, al ser soluble en agua, es fácilmente lavado del sitio de aplicación con lo cual obviamente deja de ejercer su efecto. Además, las soluciones no estériles de AIA son rápidamente destruidas por microorganismos y por la luz fuerte del sol (1).

B. Ácido Indol-3Butírico (AIB)

El AIB es una auxina sintética químicamente similar al AIA que en la mayoría de las especies ha demostrado ser más efectiva que cualquier otra y es actualmente la de mayor uso como sustancia promotora del enraizamiento de estacas (1).

C. Ácido Naftalenacético (ANA)

El ANA es también una sustancia sintética con poder auxinico y es junto al AIB, una de las promotoras del enraizamiento más utilizadas en la actualidad. Posee las mismas ventajas de estabilidad del AIB y también ha probado ser más efectiva que el AIA. Su desventaja principal es que generalmente ha demostrado ser mas toxica que el AIB bajo concentraciones similares.

D. Ácido 2,4-Diclorofenoxiacetico (2,4-D)

El 2,4-D es mas conocido por su acción herbicida, pero en dosis muy bajas también actúa como promotor del enraizamiento de algunas especies. No se utiliza

extensamente, porque inhibe el desarrollo de los brotes y promueve el desarrollo de raíces cortas y retorcidas, de lento desarrollo, muy inferiores a los sistemas radicales fibrosos y vigorosos que estimula el AIB (1).

2.2.4 Descripción botánica del árbol de Matilisguate (*Tabebuia rosea* B.)

Es una especie nativa de la familia Bignoniaceae, alcanza de 20 a 30 metros de altura y diámetros de fuste hasta de 1.0 metro a la altura del pecho. El fuste es recto y cilíndrico, frecuentemente con gambas. Se distribuye en América Tropical, extendiéndose desde el Sudeste de los Estados Unidos, a través de América Central y las Antillas, hasta Venezuela, Colombia y Ecuador. En Guatemala se encuentra en Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Izabal, Zacapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sololá, Retalhuleu, San Marcos y Huehuetenango. Crece en bosque seco, húmedo y muy húmedo subtropical, a altitudes de 0 a 1,500 msnm. Con precipitaciones entre 1,250 a 2,500 mm anuales, pero se adapta a climas secos, temperaturas promedio entre 20 y 27°C en gran variedad de suelos desde calcáreos, arcillosos y cenagosos, pero prefiere los de textura franca a franca arcillosa, pH ácidos y alcalinos (7).

Su reproducción es por semilla, éstas se colectan cuando las vainas presentan un color café claro y son quebradizas. Germinan en un período de 5 a 25 días con porcentaje de germinación de 70 a 95%, sumergiéndolas en agua a temperatura ambiente por 24 horas. Se usa mucho como ornamento en calles, parques, arriates y residencias, como usos alternativos sombra en plantaciones de cacao y como planta melífera (7).

2.2.5 Clasificación taxonómica de la especie:

Reino: Vegetal
 Subreino: Embryobionta
 División: Magnoliophyta
 Clase: Magnoliopsida
 Subclase: Asteridae
 Orden: Scrophulariales
 Familia: Bignoniaceae
 Género: *Tabebuia*

Especie: ***Tabebuia rosea B.***

2.2.6 Características boónicas de Matilisguate (*Tabebuia rosea B.*)

Raíces: Desarrolla un buen sistema radicular a una edad temprana.

Hojas: Deciduas, opuestas y digitadamente compuestas de hojuelas semicoriáceas, lisas, foliolos usualmente 5, la mayor parte sostenidas por pecíolos largos, subcoriáceos, 10-25 cm. de largo, elíptico oblongos a elíptico ovalados o algunas veces ovalados agudos o acuminados (14).

Flores: En panículas grandes, hermafroditas, abiertas, glandular-lepidote; cáliz bilabiado de 1.5 a 2 cm. de largo, cerrado en la yema, partiéndose en anthesis, densamente glandular lepidote, corola de 6 a 8 cm. de largo de un color rosado purpura.

Frutos: Capsulas cilíndrico-lineales, cerca de 22 a 40 cm. de largo, y 9 a 15 mm de grueso, conteniendo semillas aladas (14).

2.2.7 Ecología y distribución

La especie se encuentra presente en elevaciones que van desde 0 a 1,500 msnm. Con una precipitación mínima de 800 mm y máxima de 2,500 mm, una biotemperatura mínima de 16°C y máxima de 31°C (7).

Las zonas de vida para la especie en cuestión son:

Bh-sc Bosque Húmedo Subtropical (cálido)

Bmh-sc Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido)

Bs-T Bosque Seco Tropical

Bs-S Bosque Seco Subtropical

2.2.8 Usos

Algunos de los usos maderables están: fabricación de artesanías, artículos deportivos, chapas decorativas, ebanistería, embalajes, implementos agrícolas, mangos para herramientas, entre otros.

Usos alternativos: carbón, cercos vivos, leña, planta melífera, ornamental, (9).



Figura 2. Árbol de Matilisguate *Tabebuia rosea* B. autor: Mario Fernández

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General:

- Evaluar el enraizamiento y desarrollo de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* B.), en función de diferentes diámetros y concentraciones del regulador ácido Indol-3Butírico.

2.3.2 Objetivos Específicos:

1. Evaluar la influencia que ejerce el diámetro del vástago y la concentración del regulador en el enraizamiento de plántulas de matilisguate.
2. Identificar los tratamientos que hacen posible y mejoran el crecimiento inicial en vivero de la especie en cuestión.

2.4 HIPÓTESIS

Ho. Los diámetros del vástago y la concentración del ácido Indol-3Butírico sí tienen influencia en el enraizamiento de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea B.*)

H1. Al menos uno de los tratamientos, inducirá un mayor enraizamiento de plantas de matilisguate.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Recopilación de información general

En esta fase se hizo la revisión bibliográfica de los métodos de propagación vegetativa en la especie bajo estudio, generada por investigaciones, libros, tesis de la Facultad de Agronomía, artículos de Internet, entre otros.

2.5.2 Tratamientos evaluados

Los tratamientos que se evaluaron fueron vástagos de brotes jóvenes de árboles de matilisguate, se utilizaron dos diámetros de ramas (1.5 y 2.5cm.) y tres concentraciones de ácido Indol-3Butírico (1,500ppm, 2500 y 3000ppm), el regulador ácido Indol-3Butírico se mezcló con talco (producto inerte), a una proporción de 2:1 y 2:2 respectivamente, para obtener la concentración deseada del regulador según los tratamientos propuestos. Los vástagos fueron colocados en bolsas de polietileno color negro de 6x10cm. para el enraizamiento de éstos. Se utilizó este regulador de crecimiento, debido a que es uno de los más usados para la inducción de raíces y ha sido utilizado en otros trabajos de investigación similares (8), El sustrato utilizado para la siembra de los vástagos fue una mezcla de tierra negra y arena blanca previamente cernida con un tamiz de 2.5 mesh, a una proporción de 2:1, 2 de tierra negra y 1 de arena blanca, este sustrato fue desinfectado con agua caliente a una temperatura de 90°C., agregando lentamente el agua caliente al sustrato con una cubeta plástica, previamente al llenado de bolsas donde fueron sembrados los vástagos.

2.5.3 Descripción de los tratamientos

Cuadro 7. Tratamientos evaluados

No.	Tratamientos
1	vástago de 1.5cm. diámetro/ 3000ppm (testigo)
2	Vástago de 1.5cm./1500ppm.
3	vástago de 2.5cm./2500ppm

2.5.4 Unidad experimental

Para el experimento se utilizaron 1200 bolsas de polietileno de color negro de 6x10cm., La unidad experimental tuvo un número de 100 plantas en 3 tratamientos consistentes en vástago de 1.5 cm. de diámetro y 3000ppm de ácido Indol-3Butírico (testigo), vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm de ácido Indol-3Butírico (T2), vástago de 2.5 cm. de diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico (T3), el largo de los vástagos de matilisquate fue de 20cm.

2.5.5 Diseño de la unidad experimental

El experimento se realizó con la siembra de los vástagos en las bolsas de polietileno de color negro en una distribución completamente al azar, con el cuidado que las estacas estuviesen libres de patógenos y enfermedades; el diseño utilizado fue completamente al azar consistente en 3 tratamientos y 4 repeticiones, el cual hace un total de 12 unidades experimentales, haciendo un total de 1200 plantas. La distribución de las unidades experimentales en campo se realizó al azar.

Cuadro 8 Forma como fueron ordenadas las unidades experimentales.

Vástago 1.5cm./3000ppm testigo	Vástago 2.5cm./2500ppm	Vástago 2.5cm./2500ppm
Vástago 1.5cm./3000ppm testigo	Vástago 1.5cm./3000ppm testigo	Vástago 1.5cm./1500ppm
Vástago 1.5cm./1500ppm	Vástago 2.5cm./2500ppm	Vástago 1.5cm./1500ppm
Vástago 2.5cm./2500ppm	Vástago 1.5cm./1500ppm	Vástago 1.5cm./3000ppm testigo



Figura 3. Unidades experimentales identificadas. Autor: Mario Fernández

2.5.6 Modelo estadístico

El modelo estadístico completamente al azar utilizado, se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ = efecto de la media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = efecto del i -ésimo tratamiento asociado a la ij -ésima unidad experimental (error experimental).

2.5.7 DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

A. Preparación del sustrato

Se realizó el cernido de la mezcla tierra negra y arena blanca con un tamiz de 2.5 mesh, así como la desinfección del sustrato tierra-arena blanca con agua caliente a 90°C, utilizando una cubeta plástica. Posterior a esto, se llenaron las bolsas de polietileno negro de 6x10cm. con el sustrato preparado, donde fueron sembrados los vástagos para iniciar el experimento.



Figura 4. Preparación del sustrato Autor: Mario Fernández.

B. Preparación del material vegetal

Se hizo el corte a bisel de los vástagos con una longitud de 20cm., utilizando una navaja desinfectada, colocándolos en agua durante 15 segundos, antes de la aplicación del ácido Indol-3Butírico acorde a los tratamientos propuestos. La base de los vástagos fue inmersa durante un minuto en una solución acuosa de Benlate en una proporción de 2 gramos de producto por litro de agua, para evitar el ataque por hongos (8).



Figura 5. Preparación del material vegetal Autor: Mario Fernández.

La Figura 5 muestra el remojo en agua de las estacas durante 15 segundos, previamente a aplicarles por el método de espolvoreado el ácido Indol-3Butírico y ser sembrados en las bolsas.



Figura 6. Aplicación del ácido indol-3butírico Autor: Mario Fernández.

La Figura 6 muestra la aplicación del ácido indol-3 butírico a uno de los vástagos previamente a su colocación en bolsas para iniciar el experimento. Aquí el ácido Indol-3Butírico se mezcló con talco (producto inerte), para obtener las concentraciones deseadas según los tratamientos evaluados, colocando dos estacas de igual diámetro por bolsa en una distribución al azar. El ingrediente activo del enraizante usado es el ácido Indol-3Butírico, la concentración comercial es de 3000 partes por millón, que es una medida de concentración que relaciona la cantidad de miliequivalentes de ingrediente activo en un litro de solución.



Figura 7. Diferentes diámetros de vástago a enraizar 1.5 cm. y 2.5 cm. Autor: Mario Fernández.



Figura 8. Llenado de bolsas para trasplante de vástagos Autor: Adán Vargas

C. Siembra del material vegetal

Se sembraron los vástagos en bolsas de polietileno color negro, con el sustrato previamente tamizado y desinfectado, colocando 2 vástagos por bolsa para montar el experimento; la distribución de los tratamientos se hizo completamente al azar.



Figura 9. Siembra de vástagos en bolsas de polietileno de 6 x 10cm Autor: Mario Fernández

D. Manejo del experimento

Se hicieron revisiones cada 15 días, para monitorear el proceso de enraizamiento de los vástagos de matiliguete durante el desarrollo de la presente investigación. Dos meses y medio iniciado el experimento, existía formación de abundantes raíces en los vástagos, sin embargo ésta varió con los diferentes tratamientos, siendo más para el caso de la concentración de 2500ppm del regulador ácido Indol-3Butírico, y menor para el de 1500ppm del regulador. El tratamiento testigo presentó abundante formación de callo.



Figura 10. Enraizamiento en vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm del regulador Autor: Adán Vargas

La Figura 10 muestra la formación de raíces en uno de los vástagos de matiliguete dos meses y medio de sembrados en las bolsas. Obteniéndose enraizamiento de 400 plantas para el tratamiento de 1.5cm de diámetro y 1500ppm del regulador ácido indol-3butírico. Nótese la formación de raíces adventicias.



Figura 11. Enraizamiento en vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador.

Autor: Mario Fernández

La Figura 11 muestra la formación de raíces en vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador ácido Indol-3Butírico. Se obtuvieron 400 plantas enraizadas; para este tratamiento obsérvense vigor y protuberancia de las mismas.

E. Fertilización de las plantas

Para la fertilización de las plantas se utilizó el programa de fertilización de los viveros municipales, utilizando fertilizante triple 15, fertilizantes foliares, a una dosis de 2 copas de fertilizante foliar por bomba de mochila, aplicando sobre el follaje de las plantas, una vez al mes en horas frescas de la mañana.

F. Riego

Colocado los vástagos en las bolsas se regaron cada 2 días, el riego de éstos se hizo con una regadera manual en horas frescas de la mañana.

2.5.8 VARIABLES DE RESPUESTA A EVALUAR

Número de raíces: Se hizo un conteo de las mismas por medio de observación.



Figura 12. Conteo de raíces a un vástago Autor: Adán Vargas

La Figura 12 muestra un conteo de raíces realizado en uno de los vástagos dos meses y medio; iniciado el experimento hubo abundante formación de raíz, en 1200 vástagos sembrados 1000 presentaron raíz, es decir un 90% de éxito para esta variable.

Presencia de brotes: Se observó a cada 15 días en los diferentes tratamientos durante el desarrollo del experimento, obteniéndose presencia de éstos en un 80 % de los tratamientos 45 días después de iniciado el experimento.



Figura 13. Verificación de brotes en las estacas Autor: Mario Fernández

La Figura 13 muestra presencia de brotes 2 meses y medio después de montado el experimento, hubo presencia de éstos en un 80% de los tratamientos evaluados. De 1200 vástagos sembrados, 900 presentaron brotes.

Presencia de callo: Se hizo observaciones cada 15 días durante el desarrollo del experimento para cada tratamiento. La formación de callo varió con la concentración del regulador aplicado y el diámetro del vástago, siendo más el tratamiento de 1.5cm. de diámetro y 3000ppm (testigo) donde 300 vástagos formaron callo. 100 no sobrevivieron.



Figura 14. Presencia de callo en vástago Autor: Adán Vargas

La Figura 14 muestra la formación de callo en un vástago tomándole un tiempo aproximado de mes y medio, la formación de callo varió con los tratamientos, debido a la concentración del regulador aplicado, y el diámetro del vástago utilizado, siendo más en el tratamiento de 1.5cm. de diámetro y 3000ppm del regulador, y menos en vástago de 1.5cm. y 1500ppm. El tratamiento de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador no presentó formación de callo, únicamente hubo formación de raíces.

Presencia de raíces: se obtuvo mediante observaciones a cada 15 días en los tratamientos. La formación de raíces se obtuvo a los dos meses y medio de iniciado el experimento logrando enraizar un 90% de las plantas.



Figura 15. Presencia de raíces en vástago Autor: Adán Vargas

La Figura 15 muestra la presencia de raíces en un vástago, se enraizaron 1000 plantas de matiliguete durante el desarrollo de la investigación que fue aproximadamente 4 meses. Nótese el largo de la pivotante.

Porcentaje de sobrevivencia: Se obtuvo con un conteo de plantas que se pudrieron 4 meses después de iniciado el experimento mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \frac{\text{No. de plantas vivas}}{\text{No. Total de plantas}} \times 100$$



Figura 16. Conteo de sobrevivencia de plantas Autor: Adán Vargas

La Figura 16 muestra un conteo de plantas de Matilisguate 4 meses después de iniciado el experimento, se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia del 95%, es decir de 1200 plantas sembradas, quedaron 1100 vivas y 100 se pudrieron.

Altura de la planta: se obtuvo midiendo con un metro desde la base hasta el ápice de la planta, es decir de la base del vástago hasta la altura del primordio o brote vegetativo.



Figura 17. Altura de la planta Autor: Adán Vargas

La Figura 17 muestra la toma de altura a uno de los vástagos sembrados en bolsas durante el desarrollo del experimento.

Peso seco del material vegetal: Se pesaron hojas y tallos, raíces, colocándolas en sobres de papel periódico en un horno a 75 °C por un tiempo de 60 horas, luego se pesaron en una balanza eléctrica con una sensibilidad de 0.01 gramos, para determinar el peso seco de las muestras cuyo resultado fue de utilidad para el análisis estadístico.



Figura 18. Pesado de muestras vegetales Autor: Adán Vargas

La Figura 18 muestra la toma de datos del peso seco de las muestras vegetales, hojas y tallos, raíces, en una balanza eléctrica de sensibilidad 0.01 gramos, concluido el experimento, el cual sirvió de base para el análisis estadístico de las diferentes variables de respuesta evaluadas en la investigación.

2.5.9 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A. Toma de datos

Para el análisis de la información, se tomaron 100 plantas de 1000 enraizadas, las cuales fueron sujetas a análisis estadísticos.

B. Análisis estadístico de la información

Se realizó el análisis estadístico para las diferentes variables propuestas como: número de raíces, peso seco de raíces, cantidad de hojas y altura de la planta. Se realizaron un ANDEVA, una prueba Duncan y gráfica para cada una de las variables evaluadas, para determinar las diferencias entre tratamientos.

C. Presentación de resultados

Se presentó cada uno de los resultados obtenidos de las variables de respuesta con su respectiva gráfica y grupo DUNCAN donde se discuten cada uno de los mismos, para conocer el efecto que ejerce la aplicación del regulador y fungicida hormonal ácido Indol-3Butírico a distintas dosis, y diferentes diámetros de la estaca en el enraizamiento de plántulas de matilisguate en fase de vivero.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. NÚMERO DE RAÍCES

Cuadro 9. ANDEVA para la variable, número de raíces

F.V.	SC	gl	CM.	F	p-valor
Modelo	1612,69	3	537,56	17,47	0,0001
Tratamiento	1612,69	3	537,56	17,47	0,0001
Error	369,25	12	30,77		
Total	1981,94	15			

Los Cuadros 9 y 10 muestran la prueba ANDEVA con su respectiva prueba Duncan, para la variable, número de raíces, donde se observan valores de P menores que la F calculada, es decir que existen diferencias significativas en producción de raíces entre los tratamientos con respecto al testigo. La prueba de medias muestra 3 grupos donde indica que con nivel alto de concentración de la hormona enraizante y mayor diámetro de la estaca se obtiene más cantidad de raíces.

Cuadro 10. PRUEBA DUNCAN para la variable, número de raíces

Tratamiento	Medias	n	GRUPO DUNCAN
T3	72,50	3	A
T2	62,75	3	B
T1	52,25	3	C

El Cuadro 10 muestra 3 grupos, el tratamiento 3 que es el de vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador ácido Indol-3Butírico fue el mejor en cuanto a esta variable, con un promedio de 72.5 raíces como se indica en la gráfica de la Figura 19. El tratamiento T2 que es el de vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm del regulador con un promedio de 62.75 raíces muestra poca significancia con respecto al tratamiento 3. El tratamiento 1 (testigo) que es vástago de 1.5 cm. de diámetro y 3000ppm del regulador con un promedio de 52.25 raíces, se muestra como el menor en cuanto a esta variable.

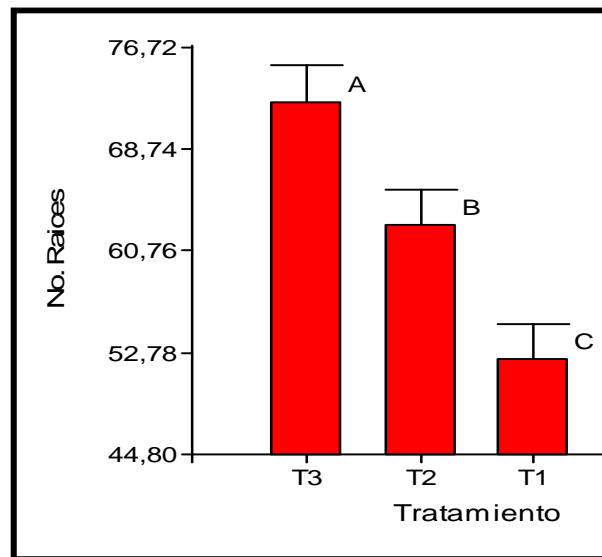


Figura 19. Gráfica de análisis de varianza para la variable, número de raíces.

La gráfica de barras de la Figura 19 muestra al tratamiento 3 que es el de vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador ácido Indol-3Butírico, como el mejor resultado en cuanto a cantidad de raíces, El tratamiento T2 que es el de vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm del regulador muestra poca significancia con respecto al tratamiento 3. El tratamiento 1 que es el testigo, muestra valores promedio de 52.25 raíces, lo que denota como el menor en cuanto a esta variable, puesto que la mayoría de plantas formaron callo.

B. NÚMERO DE HOJAS

Cuadro 11. ANDEVA para la variable, número de hojas

F.V.	SC	gl	CM.	F	p-valor
Modelo	190,69	3	63,56	13,56	0,0004
Tratamiento	190,69	3	63,56	13,56	0,0004
Error	56,25	12	4,69		
Total	246,94	15			

Los Cuadros 11 y 12 muestran la prueba ANDEVA con su respectiva prueba DUNCAN para la variable número de hojas, donde no se muestran diferencias significativas en

cantidad de hojas en los tratamientos T1= testigo, T2= vástago 1.5cm. diámetro y 1500ppm de ácido Indol-3Butírico. La prueba de medias indica que el tratamiento 3 que es vástago 2.5cm. diámetro y 2500ppm de hormona enraizante, como el mejor en cuanto a esta variable con un promedio de 16.75 hojas por vástago enraizado. Con lo que respecta al tratamiento testigo (T1) fue el que presentó la menor cantidad de hojas con un promedio de 10.75 hojas por vástago enraizado.

Cuadro 12 . PRUEBA DUNCAN para la variable, número de hojas

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>GRUPO DUNCAN</u>
T3	16,75	3	A
T2	13,00	3	B
T1	10,75	3	B

El Cuadro 12 muestra 2 grupos donde el T3 que es el de vástago 2.5cm. diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico, fue el mejor en cuanto a esta variable, con un promedio de 16.75 hojas por vástago enraizado, como se muestra en la gráfica de la Figura 20. Los tratamientos, T2 que es por vástago 1.5cm. diámetro y 1500ppm de hormona enraizante, así como T1 que es el testigo (vástago de 1.5 cm. de diámetro y 3000ppm del regulador, muestran similares resultados con un promedio de 13.00 y 10.75 hojas por vástago respectivamente. Con esto se observa que existe más formación de hojas para el caso por vástago de mayor diámetro y nivel de concentración del regulador, pudiendo deberse a factores como edad fenológica del árbol, tipo de madera de la estaca, como características intrínsecas de la especie. Se observa la relación directa entre diámetro del material vegetal y nivel de concentración del regulador ácido Indol-3Butírico en cuanto a formación de hojas en plantas de matiliguete, porque al haber más enraizamiento de plantas, la actividad fotosintética se incrementa acumulando más fotosintatos, y por ende, se favorece la formación de hojas.

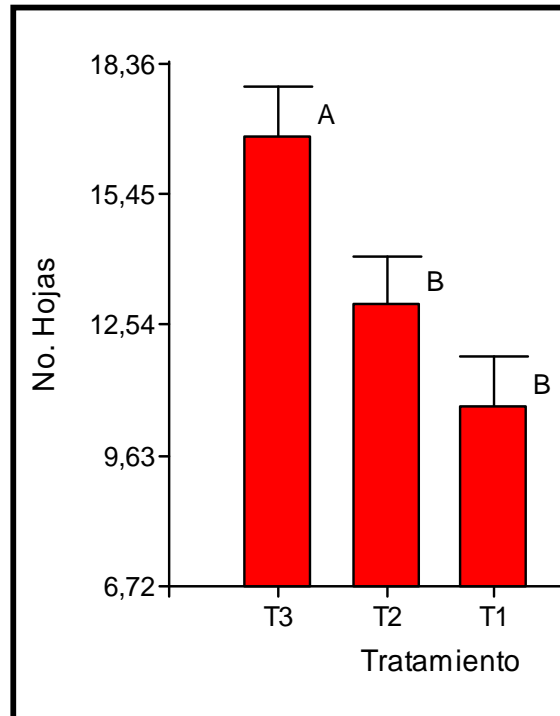


Figura 20. Gráfica de análisis de varianza para la variable, número de hojas.

La gráfica de barras de la Figura 20 muestra al tratamiento 3 que es el de vástago de 2.5cm. diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico, como el mejor en cuanto a número de hojas por vástago enraizado. Los tratamientos 1 y 2 que son el testigo y vástago de 1.5 cm. de diámetro y 1500ppm del regulador, muestran resultados similares en cuanto a esta variable. Puede verse que el diámetro del material vegetal y nivel de concentración del regulador, ejercen influencia en cuanto a la producción de hojas. Como se ve, se mantiene la misma tendencia que la variable anterior.

C. PESO SECO DE RAÍCES

Cuadro 13. ANDEVA peso seco de raíces

F.V.	SC	gl	CM.	F	p-valor
Modelo	0,55	3	0,18	77,74	<0,0001
Tratamiento	0,55	3	0,18	77,74	<0,0001
Error	0,03	12	2,3E-03		
Total	0,57	15			

Los Cuadros 13 y 14 muestran la prueba ANDEVA con su respectiva prueba DUNCAN para la variable peso seco de raíces, donde el valor de P es menor que F calculada, es decir existe diferencia significativa entre tratamientos. La prueba de medias muestra 3 grupos donde el T3= vástago 2.5 cm. diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico, se obtiene mejor peso seco de raíces. Únicamente existen diferencias significativas entre el tratamiento T3 y el tratamiento T1 (testigo), ya que la mayoría de plantas formó callo debido a una posible intoxicación de plantas.

Cuadro 14. PRUEBA DUNCAN peso seco de raíces

Tratamiento	Medias	n	GRUPO DUNCAN
T3	0,60	3	A
T2	0,50	3	B
T1	0,21	3	C

El Cuadro 14 muestra 3 grupos, el T3 que es el de vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico fue el mejor en cuanto a esta variable con un promedio de 0.60 gr de peso seco como se indica en la gráfica de la Figura 21. El T2 que es el de vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm de hormona enraizante con un promedio de 0.50 gr de peso seco, muestra poca significancia con respecto al tratamiento T3. El tratamiento T1 que es de 1.5cm. de diámetro y 3000ppm del regulador (testigo), con promedio de 0.21gr, se presenta como el menor en cuanto a esta variable. Se obtuvo mayor peso seco de raíces en los tratamientos donde se aplicó mayor concentración del regulador, y mayor diámetro de vástago, puesto que la estaca enraizó más. En el tratamiento T1 (testigo) se obtuvo menor peso seco de raíces, porque la mayoría de plantas formó callo.

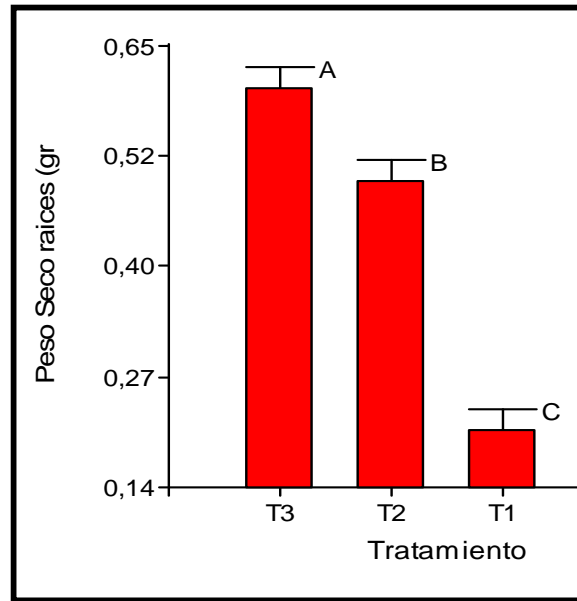


Figura 21. Gráfica de análisis de varianza para la variable, peso seco de raíces.

La gráfica de barras de la Figura 21 muestra el tratamiento 3 que es el de vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico como el mejor resultado en cuanto a peso seco de raíces. El tratamiento T2 que es el de vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm del regulador, muestra resultados similares al tratamiento T3. Se observa que a mayor diámetro de vástago y concentración del regulador, se obtiene mejor peso seco de raíces, puesto que la estaca enraíza más. El tratamiento 1 vástago 1.5cm. de diámetro y 3000ppm del regulador, se muestra como el peor en cuanto a esta variable con un promedio en peso seco de raíces de 0.21gr. Se observa relación directa entre diámetro de vástago y concentración del enraizante ácido Indol-3Butírico.

D. ALTURA DE LA PLANTA

Cuadro 15. ANDEVA altura de la planta

FEV.	SC	al	cm.	F	p-valor
Modelo	78,05	3	26,02	2,56	0,1040
Tratamiento	78,05	3	26,02	2,56	0,1040
Error	122,06	12	10,17		
Total	200,11	15			

Los Cuadros 15 y 16 muestran la prueba ANDEVA acompañada de su prueba DUNCAN. La prueba de medias muestra 2 grupos, donde el tratamiento T2= vástago 1.5cm. de diámetro y 1500ppm de ácido Indol-3Butírico y tratamiento T3 que es vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador muestran similar comportamiento en la variable altura de la planta. Se muestran diferencias significativas entre los tratamientos T3= vástago 2.5cm. diámetro y 2500ppm del regulador y T1= vástago de 1.5cm. de diámetro y 3000ppm del regulador, mostrando éste tratamiento menor respuesta en cuanto a esta variable. Se ve que con el mayor diámetro y concentración del ácido Indol-3Butírico, se obtiene mayor altura de las plantas. Lo que refleja mayor actividad fotosintética de la estaca y ésta crece en altura por respuesta fisiológica de la misma.

Cuadro 16. PRUEBA DUNCAN (altura de la planta en cm.)

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>GRUPO DUNCAN</u>
T3	16,13	3	A
T2	14,63	3	A B
T1	10,13	3	B

El Cuadro 16 muestra 2 grupos, el tratamiento T3 que es el de vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico fue el mejor en cuanto a esta variable, con un promedio de 16.13cm. como se indica en la gráfica de la Figura 22. Los tratamientos T2 y T3 que son: vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm de hormona enraizante y vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador con promedios 14.63 y 16.13cm., son similares entre sí. Con lo que respecta al tratamiento testigo fue el que presentó menos altura de plantas con promedio de 10.13cm.. En cuanto a esta variable, no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, como se ve en el Cuadro 10, por lo que no es una variable estadística relevante en este análisis.

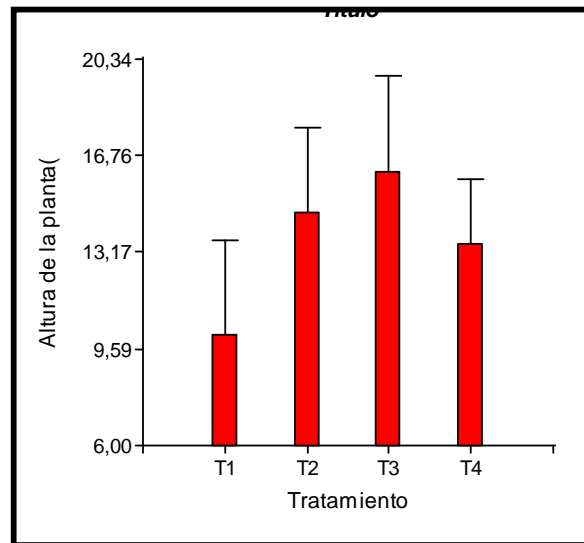


Figura 22. Relación de los tratamientos y la altura de la planta.

La gráfica de barras de la Figura 22 muestra al tratamiento T3 que es el de vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm de ácido Indol-3Butírico, como el mejor resultado en cuanto a altura de la planta, y el tratamiento testigo, que es vástago de 1.5 cm. de diámetro y 3000ppm de ácido Indol-3Butírico, presenta la menor altura de planta con un promedio de 10.13cm.. Se observa un comportamiento similar en cuanto a esta variable entre los tratamientos T2 que es vástago de 1.5cm. de diámetro y 1500ppm del regulador y el T3. Se observa menor incremento en altura para el tratamiento T1 vástago de 1.5cm. de diámetro y 3000ppm, porque la actividad fotosintética de la planta se reduce, y, por la disminución en reservas de carbohidratos y fotosintatos en la planta, reduce el proceso fotosintético y crece menos en altura.

2.7 CONCLUSIONES

1. El mayor enraizamiento producido en la especie bajo estudio fue el vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm de concentración del regulador ácido Indol-3Butírico.
2. EL mejor crecimiento inicial en vivero de la especie en cuestión, fue el de vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm de concentración del regulador.
3. La altura de la planta no mostró diferencias estadísticas significativas, en las condiciones del experimento.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Para manejo en vivero utilizar el método por vástago de 2.5cm. de diámetro y 2500ppm del regulador, ya que produce plantas de matlisguate de mayor tamaño en un menor tiempo.
2. No utilizar en condiciones similares a esta altura de la planta como variable de respuesta para futuras investigaciones; puesto que no hay diferencias estadísticas significativas.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Bidwell, RGS. 1990. Fisiología vegetal. Trad. por Guadalupe Gerónimo Cano. México, AGT Editor. p. 784.
2. Castillo Jiménez, D. 2004. Experiencias en la propagación del pino candelillo *Pinus maximinoi* H.E. Moore, con énfasis en la utilización del ácido indol 3 butírico en el vivero forestal de P&C maderas internacionales en el departamento Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 62 p.
3. Flohr Droege, O. 1981. Análisis sobre la deforestación de la ciudad de Guatemala y su área de influencia período 1954-1981. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 37.
4. Google Earth.com. 2009. Acatán, Guatemala (en línea). US. Consultado 10 mar 2009. Disponible en <http://www.googleearth.com/HTML>.
5. Hartmann, HT; Kester, DE. 1988. Propagación de plantas: principios y prácticas. 2 ed. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 760 p.
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2, p. 1083.
7. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2003. DataForG base de datos forestales de Guatemala, versión 4.0. (en línea). Guatemala. Consultado 14 mar 2009. Disponible en http://dataforgv4/información_técnica/index.htm
8. Leakey, RRB; Mesen, F. 1991. Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. In Cornelius, PJ; Mesen, F; Corea, E (eds). Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 135-153.
9. Maas Ibarra, RE. 1992. Inducción de enraizamiento en izote pony (*Beucarnea guatemalensis* Rose.), con dos reguladores de crecimiento y dos colores de lienzo de polietileno. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 56.
10. Molina Gómez, RJ. 1994. Efecto sobre la infraestructura vial de las especies arbóreas utilizadas como ornato en la ciudad de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 40 p.
11. Ortiz Ba, PC. 1995. Efecto del ácido giberélico, el ácido clorhídrico y la estratificación, sobre la germinación de la semilla de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
12. Quijada, RM. 1980. Métodos de propagación vegetativa. In Curso de Capacitación sobre la Mejora Genética de Árboles Forestales (1, 1980, Mérida, VE). Informe. Roma, Italia, FAO. p. 180-196. (Estudio FAO Montes, no. 20).

13. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1,000 p.
14. Standley, P; Steyemarc, J. 1958. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany, v. 24, pte. 8, no. 4; pte. 10, no. 3-4.
15. Weaver, RJ. 1985. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Contin. México, Trillas. 622 p.

CAPITULO III

SERVICIOS PRESTADOS EN EL HUERTO Y VIVERO URBANO MUNICIPAL ACATÁN ZONA 16, CIUDAD DE GUATEMALA.

3.1 PRESENTACION

El ejercicio profesional Supervisado consta de tres etapas que están vinculadas entre sí, las cuales son: diagnóstico, plan de servicios e investigación.

El diagnóstico brinda los criterios para plantear el plan de servicios, el cual se detalla en el documento, dando prioridad a aquellas carencias o debilidades que se presentan como: desconocimiento de una cultura forestal (**Servicio 1**), desconocimiento de prácticas silvícolas en árboles establecidos (**Servicio 2**), falta de capacitación del personal encargado de cada vivero (**Servicio 3**), programa de arborización urbana (**Servicio 4**); así como, servicios no planificados que requiera la Municipalidad de Guatemala para beneficio de los programas sociales y de jardinería que realiza en la ciudad de Guatemala.

1. **Servicio 1.** Módulo Integrado de educación forestal. El objetivo de este servicio fue propiciar conocimiento sobre el tema a los maestros de las escuelas del área metropolitana, para que de una manera práctica y vivencial, lo transmitieran a los alumnos como un componente más del pensum de estudios sobre todo del nivel primario, para crear conciencia de cuidar el entorno natural y enseñar al alumno a cultivar el bosque.
2. **Servicio 2.** Mejora de técnicas silvícolas aplicadas a árboles establecidos. El objetivo de este servicio pretendió que los trabajadores del vivero conocieran la forma de cómo se deben realizar las podas en árboles en pie y el tratamiento que deben tener los cortes luego de realizados en los árboles. Para esto se incluyeron algunas prácticas de poda con los trabajadores del vivero para la demostración del principio.
3. **Servicio 3.** Capacitación a los trabajadores del vivero a través de metodologías enseñanza-aprendizaje en cuanto al manejo y mejoramiento de un vivero forestal. Este servicio propone de forma teórico-práctica que los trabajadores conozcan los principales componentes de un vivero, así como el manejo cultural y técnico de las plantas establecidas en un vivero forestal.

4. **Servicio 4.** Propuesta de especies adecuadas para arborización urbana. Este servicio propone a través de un documento escrito dar a conocer a los trabajadores, qué especies producen menos daño a la infraestructura vial (banquetas, arriates, bordillos), para proyectos de forestación y arborización urbana.

3.2 Servicio No. 1 Módulo integrado de Educación Forestal donado a las escuelas del área metropolitana.

3.2.1 OBJETIVOS

1. **OBJETIVO GENERAL**
Educar a los maestros en el tema relacionado al manejo y cultivo del bosque.
2. **OBJETIVO ESPECÍFICO**
Enseñar al alumno por medio del Módulo a cultivar el bosque.

3.2.2 METODOLOGÍA

Se recopiló el documento escrito sobre el módulo integrado de educación forestal. Se revisó su contenido para luego explicárselo a los maestros de algunas escuelas del área metropolitana, por medio de visitas a estas y principalmente a la escuela de la Municipalidad de Guatemala, para que de forma vivencial y práctica se interesaran más los maestros en enseñar al alumno a cultivar y cuidar el bosque. Para este servicio se implementaron algunas prácticas.



Figura 23. Entrega y explicación a los maestros de la Escuela Municipal, el Módulo Integrado de Educación forestal. Autor: Adán Vargas



Figura 24. Visita y entrega a los maestros de una de las escuelas del área metropolitana el Módulo de Educación Forestal. Autor: Adán Vargas



Figura 25. Entrega del Módulo de Educación Forestal a la Directora de una escuela de la zona 7. Autor: Adán Vargas

3.2.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Con las diferentes visitas a 5 escuelas de la ciudad capital, se logró por parte de los maestros un mejor conocimiento sobre la importancia que tiene el documento, ya que es necesario crear una cultura forestal en los distintos niveles educativos, para que los niños aprendan de una manera práctica a cultivar el bosque. Los principales logros por medio de este servicio fueron los siguientes:

1. Se mejoró el conocimiento por parte de los maestros y alumnos sobre la importancia que tiene el recurso forestal, desde el punto de vista social, económico y ambiental.
2. Se propició mayor interés en los alumnos del nivel primario por sembrar y cuidar árboles.

3. Se logró por medio de charlas a los maestros, que estos introdujeran de manera conveniente el tema forestal a los distintos cursos del pensum de estudios de nivel primario.
4. Los maestros de las diferentes escuelas se comprometieron a incluir este Módulo dentro del pensum de estudios de educación primaria.

3.2.4 EVALUACION DEL SERVICIO

1. El alumnado de las escuelas mostró mayor interés por sembrar y cuidar los árboles.
2. La forma práctica y vivencial logró transmitir el conocimiento de mejor manera a los alumnos del nivel primario.
3. Se creó mayor interés en los maestros por transmitirle al alumno un tema de importancia actual.

3.3 Servicio No. 2 Mejora de técnicas silvícolas aplicadas en árboles establecidos.

3.3.1 OBJETIVOS

1. GENERAL

Dar a conocer la técnica de poda aplicada en árboles ornamentales.

2. ESPECÍFICO

Mejorar la técnica de poda utilizada por parte de los trabajadores del huerto y vivero.

3.3.2 METODOLOGÍA

Se recopiló información sobre la poda en árboles; además, se elaboró un documento escrito, el cual fue donado a los trabajadores del vivero para que conocieran el principio técnico de la misma, ya que durante el desarrollo del diagnóstico se observó que los trabajadores del vivero al momento de realizarla en árboles en pie, no aplican ningún tratamiento, el cual pueda garantizar la regeneración y cicatrización de la herida

causada al árbol. Por lo que se consideraron como importantes cinco aspectos a saber, los cuales son:

- a. ¿Qué es la poda?
- b. ¿Por qué podar?
- c. Época de realización de tareas.
- d. ¿Cómo podar?
- e. Herramientas necesarias para la poda.

Como parte del servicio se dieron charlas a 10 trabajadores del vivero y de una manera práctica y demostrativa se les explicó el principio del cubrecorte, que es un cicatrizante formado básicamente por cal dolomítica y sulfato de cobre, el cual permite la regeneración de brotes en la rama donde se hace el corte, y que además evita la pudrición del tejido por inoculación de hongos.



Figura 26. Entrega y explicación del documento de la poda en árboles a los trabajadores del Huerto y Vivero Acatán. Autor: Adán Vargas



Figura 27. Preparación del cubrecorte por trabajadores del huerto. Autor: Adán Vargas



Figura 28. Mezcla de los materiales para formar el cubrecorte. Autor: Adán Vargas



Figura 29. Poda de rama en un árbol del Huerto. Autor: Adán Vargas



Figura 30. Aplicación de cubrecorte a un árbol de pino. Autor: Adán Vargas

3.3.3 RESULTADOS

Con la práctica de poda en árboles en pie, se logró una mejora en la técnica aplicada por parte de los 10 trabajadores capacitados del Huerto y Vivero, a la vez que se propició mayor interés no únicamente por podar árboles, sino también preservar la sanidad de los mismos.

Se capacitó a diez trabajadores de cuadrilla forestal que son los que realizan este tipo de actividad, donde por medio de charlas se demostró el principio teórico de la práctica de poda en 10 árboles podados.

Se logró por medio de las charlas a los trabajadores, que éstos comprendieran la principal diferencia en cuanto a una poda con fines ornamentales y una poda con fines forestales.

Se obtuvo una mejor regeneración y fisonomía en 10 árboles plantados en el jardín plantado del huerto y vivero.

3.3.4 EVALUACION DEL SERVICIO

1. La poda con fines ornamentales es la de mayor uso para las especies de árboles con que se trabajan en los viveros de la Municipalidad de Guatemala.
2. Por medio de la poda, se puede garantizar buen estado fitosanitario del árbol y a la vez la regeneración y reproducción de éste.

3.4 Servicio No.3. Capacitación a los trabajadores del Huerto y Vivero en cuanto al manejo y mejoramiento de un vivero forestal.

3.4.1 OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Capacitar a los trabajadores del vivero en cuanto al manejo de plántulas establecidas en un vivero forestal.

2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Que los trabajadores conozcan los principales componentes de un vivero forestal.

3.4.2 METODOLOGÍA

Se capacitó por medio de charlas a 30 trabajadores del huerto y viveros de la Municipalidad de Guatemala en temas relacionados a establecimiento y manejo de viveros forestales, con la ayuda de un documento guía elaborado a través de revisiones bibliográficas en folletos, documentos, Internet sobre información general del tema para que conocieran los principales componentes de un vivero forestal. Se hicieron grupos de 4 personas para las prácticas en el vivero forestal del Huerto y Vivero Acatán. Por lo que previamente, se les donó el documento escrito sobre viveros forestales, aplicable a que las prácticas tuvieran una base teórica sobre aspectos como: tamaño de plántulas, tamaño adecuado de envase, principales sustratos utilizados, ubicación de bancales, área de llenado de bolsas, riego, etc., conocimientos necesarios para el establecimiento de un vivero forestal.



Figura 31. Platica a los trabajadores referente a viveros forestales. Autor: Adán Vargas



Figura 32. Entrega del documento de viveros forestales. Autor: Adán Vargas



Figura 33. Prácticas de viveros forestales. Autor: Mario Fernández



Figura 34. Propagación de 30,000 plántulas forestales. Autor: Mario Fernández

3.4.3 RESULTADOS

Con la práctica de manejo y mejoramiento de un vivero forestal, se obtuvo una producción aproximada de 30,000 plantas con que trabaja la Municipalidad de Guatemala, debido a que se propició un mejor conocimiento y mayor interés por parte de los trabajadores del vivero en cuanto al cultivo de especies forestales, así como el manejo agronómico de plántulas en el vivero.

Se logró una producción de 2500 plántulas de Conacaste, 5,000 plántulas de Coelreuteria, 7,000 plántulas de Matiliguat, 12,000 plántulas de Ciprés piramidal, 8,000 plantas de Eucalipto camaldulensis, 10,000 plántulas de Magnolia, 3,600 plántulas de Ciprés común, 1,300 plántulas de Manzana rosa.

3.4.4 EVALUACION DEL SERVICIO

1. Se capacitó a 30 trabajadores del Huerto y Vivero Urbano Municipal Acatán, dándoseles a conocer los principales componentes de un vivero.
2. Se transmitieron recomendaciones técnicas sobre temas relacionados con manejo de plántulas establecidas en un vivero forestal.

3. Se obtuvo un mejor vigor de las plántulas establecidas en el vivero forestal, por medio de las prácticas forestales.
4. Se lograron mejoras en la producción de plántulas en vivero debido a la destreza adquirida por los trabajadores del huerto y vivero.

3.5 Servicio No. 4. Propuesta de especies adecuadas para arborización urbana.

3.5.1 OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Recomendar las especies de árboles más adecuadas para arborizar según la localidad donde serán plantadas.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar qué especies de árboles producen menor daño a la infraestructura vial (banquetas, arriates, bordillos).

3.5.2 METODOLOGÍA

Se revisó información sobre el tema de arborización urbana en la tesis por el Ing. Agr. en Recursos Naturales Renovables, Roberto Javier Molina Gómez, titulada: EFECTO SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LAS ESPECIES ARBÓREAS UTILIZADAS COMO ORNATO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA. Donde el citado Ingeniero hace referencia a un estudio en la Ciudad de Guatemala cuyo fin fue determinar el nivel de daño que han ocasionado las especies arbóreas que la Municipalidad de Guatemala emplea con fines de ornato. El informe pretende proporcionar las bases para que la plantación de árboles en la ciudad, cause el menor daño posible a la infraestructura vial de la misma, como calzadas, banquetas y bordillos; así como cables del alumbrado eléctrico y/o telefónico; y se elijan las especies más adecuadas en función de sus cualidades.

La investigación desarrollada por el Ing. Molina Gómez proporciona los elementos para una selección más eficiente de las especies arbóreas que la Municipalidad de Guatemala emplea con fines de ornato, partiendo del estudio de su comportamiento sobre calzadas,

banquetas, bordillos e incidencia en los tendidos de conducción eléctrica y telefónica; así como, de sus características cualitativas.

3.5.3 RESULTADOS

Con la información obtenida en el documento de tesis se elaboró una síntesis del mismo, obteniéndose las siguientes especies enlistadas según su grado de aceptación, para proyectos de arborización urbana que utiliza la Municipalidad de Guatemala.

Cuadro 17. Lista de especies utilizadas para arborización urbana.

No.	Nombre común	Nombre científico	Nivel aceptabilidad
1	Falso pimiento (E)	<i>Schinus molle</i>	Buena
2	Coralillo (N)	<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	Buena
3	Ciprés romano (E)	<i>Thuja orientalis</i>	Buena
4	Pitanga (E)	<i>Eugenia uniflora</i>	Buena
5	Timboque (N)	<i>Tecoma stans</i>	Buena
6	Flores amarillas (E)	<i>Grevillea robusta</i>	Buena
7	Cipres común (N)	<i>Cupressus lusitanica</i>	Buena
8	Barajo o Moco (N)	<i>Cassia alata</i>	Buena
9	Matilisguate (N)	<i>Tabebuia rosea B.</i>	Buena
10	Pie de Cobra (E)	<i>Bahuinia purpurea</i>	Buena
11	Manzanote (N)	<i>Olmediella betschleriana</i>	Buena
12	Trueno (E)	<i>Ligustrum lucidum</i>	Regular
13	Calistemon (E)	<i>Callistemon lanceolatus</i>	Regular
14	Jacaranda (E)	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Regular
15	Matasano (N)	<i>Casimiroa edulis</i>	Mala
16	Eucalipto (E)	<i>Eucaliptus saligna</i>	Mala
17	Flamboyan (E)	<i>Delonix regia</i>	Mala
18	Llama de bosque (E)	<i>Spathodea campanulata</i>	Mala
19	Ficus (E)	<i>Ficus benjamina</i>	Mala
20	Hoja de hule (E)	<i>Ficus elástica Roxb</i>	Mala
21	Cipres sabino (N)	<i>Taxodium macronatum</i>	Mala
22	Ceiba (N)	<i>Ceiba pentandra</i>	Mala
23	Araucaria (E)	<i>Araucaria bidwilli</i>	Mala
24	Casuarina (E)	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Mala

N= Nativa E= Exótica

Se observa en el Cuadro anterior que un 63% de especies es de origen exótico, el otro 37% es de origen nativo.

3.5.4 EVALUACION DEL SERVICIO

1. Revisado el documento de tesis se concluye que las especies que presentan bajo daño radial son: *Thuja orientalis* L., *Schinus molle* L., *Cupressus lusitánica* M., *Eugenia uniflora* L., *Citharexylum donnell Smithii* Green., *Cassia alata* L., *Olmediella betschleriana* Loes., *Tecoma stans.*, *Grevillea robusta* A., y *Tabebuia rosea* B.
2. Ligero daño radial: *Bahuinia purpurea.*, Ligero alto daño radial las especies: *Ligustrum lucidum.*, y *Callistemon lanceolatus* D., Medio daño radial la especie: *Jacaranda mimosifolia* D., y alto daño radial las especies: *Delonix regia* R., *Casimiroa edulis* L., *Eucalyptus saligna.*, *Casuarina equisetifolia* F., *Sphatodea campanulata* B., *Taxodium mucronatum* T., *Ceiba pentandra* G., *Ficus elástica* Roxb., *Ficus benjamina* L., y *Araucaria bidwillii* H.
3. De las especies localizadas según muestreo, se pueden utilizar bajo cables eléctricos y/o telefónicos según su altura: Bajo o Moco (*Cassia alata*), y Ciprés romano (*Thuja orientalis*), respectivamente, siempre que previamente a su plantación se determine la altura del cableado que usualmente están colocados a 8.00 metros de altura, el resto de las especies, se pueden plantar en cualquier otra localidad, ya sea parques o áreas verdes, siempre y cuando no exista tendido eléctrico.

3.6 SERVICIOS PRESTADOS NO PLANIFICADOS PARA LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA DIRECCIÓN DE DESARROLLO SOCIAL.

3.6.1 JARDINIZACIONES

Para la realización de este servicio se jardinizaron barrios y colonias de la ciudad de Guatemala, con seguimiento en los programas sociales que lleva a cabo la Municipalidad de Guatemala.

3.4.11 METODOLOGÍA

Con base en los distintos proyectos que la Municipalidad de Guatemala realiza en barrios, calles y avenidas de la ciudad de Guatemala, se atendieron 10 localidades en

distintas zonas de la ciudad, las zonas atendidas fueron zona 7, zona 21, zona 5 y zona 3 de la ciudad capital, empleando 20 especies ornamentales que comúnmente son utilizadas para jardinar. Se dirigió el trabajo de campo con 15 trabajadores de cuadrilla que son quienes realizan estas tareas, y a la vez cuando fue necesario, se midió y se hizo el diseño y cálculo de planta, para atender los distintos proyectos de jardinería en barrios y colonias.



Figura 35. Jardinería Parque de la colonia J. Rufino Barrios. Autor: Adán Vargas



Figura 36. Jardinización del boulevard que conduce a la colonia Venezuela. Autor: Adán Vargas.



Figura 37. Medición de jardinera para proyecto parque de la colonia Venezuela. Autor: Adán Vargas



Figura 38. Jardinización de Parque No. 2 de la colonia Justo Rufino Barrios Autor: Mario Fernández

3.4.12 RESULTADOS

Con base al seguimiento y desarrollo de los distintos proyectos de jardinización de la Municipalidad de Guatemala, se jardinizaron 10 localidades entre colonias, calzadas y avenidas de la ciudad de Guatemala, logrando con esto mejoras al ornato, trabajando por contribuir a un ambiente agradable y mejoramiento de la imagen urbana donde se realizaron los proyectos.

3.4.13 EVALUACION DEL SERVICIO

1. Se logró crear conciencia por parte de los vecinos donde fueron realizados los proyectos de jardinización, para cuidar y mantener las áreas verdes.
2. Se dio apoyo técnico a los trabajadores para un mejor aprovechamiento y selección de las plantas acorde a las localidades donde fueron plantadas.
3. Se ampliaron las áreas verdes en colonias, parques y avenidas.
4. Se propició mayor interés por los vecinos en sembrar y cuidar las plantas.

3.6.2 ARBORIZACIONES

A. METODOLOGÍA

Basado en los distintos proyectos de reforestación que lleva a cabo la Municipalidad de Guatemala en conjunto con la Dirección de Medio Ambiente, se dio seguimiento a los mismos, acompañado de visitas de campo a las distintas localidades, para medir y calcular los árboles y especies a utilizarse según el tipo de proyecto. De acuerdo con una lista de especies solicitadas en los diferentes distritos, se atendieron 7 proyectos de reforestación para colonias, parques y escuelas de la ciudad de Guatemala; asimismo se arborizó parte del área forestal del Huerto y Vivero Urbano Acatán, zona 16, ciudad de Guatemala, obteniéndose mejoras a la imagen urbana donde fueron desarrollados los proyectos.



Figura 39. Jardinización del Vivero Acatan. Autor: Adán Vargas



Figura 40. Reforestación del Instituto Carlos F. Mora, zona 7. Autor: Adán Vargas



Figura 41. Reforestación de la escuela República de Uruguay, zona 7. Autor: Mario Fernández

B. RESULTADOS

Se reforestaron 5 planteles educativos: 3 escuelas y 2 institutos de la ciudad de Guatemala; asimismo se reforestaron 3 colonias y 2 parques, logrando con esto mayor interés por parte de alumnos y maestros en sembrar y cuidar árboles con los vecinos de barrios y colonias; se logró principalmente, crear mayor conciencia en cuidar y respetar el medio ambiente, comprometiéndose como mínimo a regar las plantas.

C. EVALUACION DEL SERVICIO

1. Se reforestaron 3 escuelas, 2 institutos, 3 colonias y 2 parques, logrando con esto mejoras en la fisonomía y el ornato de la ciudad.
2. Se dio apoyo técnico en el manejo y selección de árboles a ser plantados en distintas localidades.
3. Se dio seguimiento a los proyectos de reforestación para los diferentes distritos de la ciudad de Guatemala.
4. Se amplió el arbolado urbano.

3.6.3 PRÁCTICA DE PODA EN ÁRBOLES ESTABLECIDOS EN EL HUERTO Y VIVERO ACATÁN

A. METODOLOGÍA

Para la realización de este servicio se contó con la presencia de una cuadrilla de 20 personas, que por medio de observaciones en campo se determinaron los árboles a podar, tomando como criterios aquellos árboles enfermos, con gajos y ramas rotas, áreas donde había una sobrepoblación de árboles. Se procedió a las tareas de poda en árboles con ayuda de equipo forestal obteniéndose lo siguiente:



Figura 42. Poda de rama en árboles de ciprés. Autor: Mario Fernández



Figura 43. Poda de raleo en un árbol de pino. Autor: Mario Fernández



Figura 44. Corte de troza en árbol de pino para usarse en la elaboración de mesas. Autor: Mario Fernández



Figura 45. mesa elaborada con la madera de pino talado. Autor: Mario Fernández

B. RESULTADOS

Se podaron 10 árboles de ciprés y 5 de pino, asimismo se realizó la corta de troza en dos árboles de pino cuyo producto fue destinado para uso interno del Huerto y Vivero Urbano Acatán.

C. EVALUACION DEL SERVICIO

1. Se mejoró el aspecto visual del área forestal del huerto y vivero.
2. Se logró mejor penetración de luz en el vivero forestal del huerto, obteniéndose mejor desarrollo de las plántulas en crecimiento.
3. Se aprovechó de mejor manera el producto y subproducto de la tala de los dos árboles de pino.
4. Con la madera obtenida del manejo del bosque, se construyeron 3 bancas para uso de los trabajadores del huerto Acatán.

3.7 BIBLIOGRAFÍA

- 1 INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1993. Mapa de zonas de vida de la República de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:600.000. 4 h.
- 2 INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2009. Tarjetas de registro climáticos de la estación central del INSIVUMEH años 1937-1990. Guatemala. 180 p.
- 3 Luna Suchini, CA. 2006. Diagnóstico del departamento de pilones de pony (*Beucarnea guatemalensis*) y evaluación del efecto de la aplicación de N-P-K en la fase de germinación en pony en la finca Salamá San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 95 p.
- 4 Molina Gómez, RJ. 1994. Efecto sobre la infraestructura vial de las especies arbóreas utilizadas como ornato en la ciudad de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 40 p.
- 5 MuniGuate.com 2009. Programas ambientales (en línea). Guatemala, Municipalidad de Guatemala. Consultado 13 mar 2009. Disponible en www.muniguate.com/HTML.

