

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**APOYO AL DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DEL  
DEPARTAMENTO DE ÁREAS VERDES DE LA  
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, Y LA  
CREACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO LOCAL  
EN EL MUNICIPIO**

**EDGAR EMILIO PALMA GONZÁLEZ**

**Guatemala, Octubre 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**APOYO AL DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DEL  
DEPARTAMENTO DE ÁREAS VERDES DE LA  
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, Y LA  
CREACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO LOCAL  
EN EL MUNICIPIO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

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

**POR:**

**EDGAR EMILIO PALMA GONZÁLEZ**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**Guatemala, Octubre 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	Ing.agr. MSc.	Francisco Javier Vásquez Vásquez.
<b>VOCAL I</b>	Ing. Agr.	Waldemar Nufio Reyes
<b>VOCAL II</b>	Ing. Agr. Msc.	Marino Barrientos García.
<b>VOCAL III</b>	Ing.agr. MSc.	Oscar René Leiva Ruano
<b>VOCAL IV</b>	P. Forestal	Axel Esaú Cuma
<b>VOCAL V</b>	P. Contador	Carlos Alberto Monterroso Gonzales.
<b>SECRETARIO</b>	Ing.agr. MSc.	Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, octubre 2011

Guatemala, Octubre 2011

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: *Apoyo al desarrollo y fortalecimiento del Departamento de Áreas Verdes de la Municipalidad de San Miguel Petapa, y la creación de proyectos de desarrollo local en el municipio*. Como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de que el mismo llene los requisitos para su aprobación, suscribo.

Atentamente,

**EDGAR EMILIO PALMA GONZÁLEZ**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:** Es el inicio de todo, quien me dio la fortaleza y me permite llevar a cabo toda meta propuesta, pues en todo momento Él está conmigo.

**MIS PADRES:** Edgar Palma, por ser un padre ejemplar, súper inteligente, reconocido en el medio y por sus extensos conocimientos. Gracias por ser un personaje importante en mi vida.

Janeth González por ser tan buena madre, quien me ha apoyado en todo aspecto de mi vida, y siempre está pendiente de mí.

**MIS HERMANAS:** Ana Lucía Palma, por tu apoyo y ayuda.

Andrea Palma, mi hermanita. Por tu apoyo y por ser tan especial en mi vida.

**MI ESPOSA:** Margaret Soto, quien me apoyó desde nuestro noviazgo. Y ha tenido la paciencia necesaria para apoyarme en mi proceso para cumplir una de mis metas. Gracias por tu apoyo incondicional.

**MI HIJO:** Mi pequeñito Adrian Alejandro, por ser un motivo mas para culminar una de mis metas, espero que algún día leas esto y estés terminando tu carrera universitaria te Amo.

**MI ABUELA**

Clara Rosales (Doña clarita) Por estar al pendiente de mis metas, mis estudios, y por ser tan especial en mi vida te recuerdo con amor Que descanses en paz.

**MIS FAMILIARES:**

Por ser una familia tan controversial, divertida, unida y diferente a las demás. Gracias por apoyarme; los quiero a todos.

**A MI AMIGOS:**

A todos mis compañeros de la ENCA. Quienes me acompañaron en la Facultad de Agronomía y quienes no lo hicieron. A mis amigos que conocí en la Universidad: Josué Corado, Hugo Molina, René Méndez, Mynor Morales, Raquel León, Pablo Morales, Federico Bonilla, Irelida Ayala, Sigrid Castellanos, Justo Pérez, Daniel Guerrero, Luis Juárez, Sergio Sánchez, Manuel Sagastume, Walter Bardales, Víctor Jerónimo, Diego Méndez, Estuardo Pérez, Vera Siliézar.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

**A:**

- Dios, pues sin el nada es posible y por brindarme todas las facilidades y herramientas en mi vida.
- Mi esposa, y mi hijo por ser parte importante en mi vida y por sus palabras para motivarme.
- Mi familia, por brindarme el apoyo y por estar pendiente de mi crecimiento, tanto académico como en mi vida diaria.
- Mis padres, por brindarme la vida, la educación y los principios que me formaron en la vida.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala, institución que me brindó la formación necesaria para crecer académicamente y llegar a este punto.
- La Facultad de Agronomía, por formarme en mi carrera con un claustro de catedráticos excelentes.

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

- Doctor Rafael Eduardo González Rosales, alcalde de San Miguel Petapa, por brindarme la valiosa oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado en el Departamento de Áreas Verdes de la Municipalidad de San Miguel Petapa.
- Ing. Agr. Mauricio Situn, por apoyarme en la realización del documento de investigación, y por la formación que me ofreció desde la ENCA.
- Junta Directiva de la Facultad de Agronomía (período 2009), por apoyarme en el proceso para la continuación del Ejercicio Profesional Supervisado.
- Dr. David Monterroso Salvatierra, por asesorarme en el proceso de evaluación.
- Ing. Agr. Eduardo Pretzansín, por la acertada asesoría acerca del tema desarrollado.

## RESUMEN

El desarrollo del siguiente documento tiene como base el área de estudio en el municipio de San Miguel Petapa del departamento de Guatemala, situado a tan solo 5 km de la ciudad capital; específicamente en el Departamento de Áreas Verdes de esta municipalidad.

La prioridad de dicho departamento consiste en desarrollar o crear parques y jardines en las áreas con potencialidad para ser jardinizadas, con el propósito de beneficiar a los pobladores del municipio, así como la implementación de proyectos de desarrollo local.

Por ello se realizó un diagnóstico de las principales áreas verdes del municipio que ofrecen potencialidad de ser jardinizadas. Se identificó como problemática la necesidad de colocar plantas en condiciones masivas, con capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales y que respondiera a las necesidades de ornamentación de diversos jardines. Así se identificó una planta que reúne las características ornamentales y fisiológicas requeridas; ésta es la Sheflera arborícola (*Shefflera arboricola*). Se evaluó la respuesta de shefflera (*Shefflera arboricola h.*) en el enraizamiento de esquejes mediante el uso de auxinas, para determinar una metodología que permitiera la obtención de esta planta en condiciones masivas.

Mediante este diagnostico se identificaron dos servicios mediante los cuales se pretende proporcionar o contribuir con algún proyecto de beneficio a la comunidad, El primero es el de una campaña de reforestación realizada en el área protegida municipal Parque Ecológico la Cerra, donde se procedió a reforestar una manzana de terreno con especies propias del municipio. De ese modo se contribuyó a reparar esa área que fue afectada por el gorgojo del pino.

Otro servicio consistió en la implementación de una piscícola con carácter demostrativo en el paraje Playa de Oro, una de las áreas de más pobreza del municipio. Sus pobladores se dedicaban principalmente a la pesca y la agricultura hasta que enfrentaron graves problemas de contaminación del lago de Amatitlán, el cual les proveía de pescado para su consumo y venta. Mediante este proyecto se les proporcionó capacitación para realizar la el cultivo de tilapia como un recurso para obtener una fuente de empleo para su subsistencia.

## ÍNDICE

CONTENIDO	PAGINA
1 CAPÍTULO I.....	1
DIAGNÓSTICO DE LAS AREAS DE MAYOR POTENCIALIDAD PARA LA REALIZACIÓN DE JARDINES EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 General.....	4
1.3.2 Específicos.....	4
1.4 METODOLOGÍA.....	5
1.4.1 Antecedentes.....	5
1.4.2 Fase inicial de gabinete.....	5
1.4.3 Fase de campo.....	5
1.4.4 Fase final de gabinete.....	6
1.5 RESULTADOS.....	7
1.5.1 Áreas verdes identificadas.....	7
1.5.2 Áreas forestales.....	8
1.5.3 Áreas protegidas municipales.....	8
1.5.4 Jardines.....	9
1.5.5 Apoyo y participación de instituciones.....	9
1.5.6 Departamento de áreas verdes.....	10
1.5.7 Educación ambiental.....	10
1.5.8 Recursos disponibles.....	11
1.5.9 Viveros municipales.....	11
1.5.9.1 Vivero Municipal Villa Hermosa.....	11
1.5.9.2 Vivero Municipal parque ecológico La Cerra.....	12
1.5.10 Flora.....	12
1.6 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EN LAS ÁREAS VERDES..	14
1.6.1 Crecimiento poblacional.....	14
1.6.2 Invasiones.....	14
1.6.3 Incendios forestales.....	14
1.6.4 Falta de agua en verano.....	15
1.6.5 Robo de plantas en jardines.....	15
1.7 CONCLUSIONES.....	16
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	17
1.9 ANEXOS.....	18
2 CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN.....	29
2.1 PRESENTACIÓN.....	30
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	31
2.3 MARCO TEÓRICO.....	32
2.3.1 Marco conceptual.....	32
2.3.1.1 Descripción Botánica.....	32

2.3.1.2 Clasificación taxonómica.....	32
2.3.1.3 Origen.....	33
2.3.1.4 Características Morfológicas de la variedad utilizada.....	33
2.3.1.4.1 Follaje.....	33
2.3.1.4.2 Flor.....	34
2.3.1.4.2 Fruto .....	34
2.3.1.5 Requerimientos para el desarrollo de la variedad utilizada.....	34
2.3.1.5.1 Condiciones ambientales.....	34
2.3.1.5.2 Altura y diámetro.....	34
2.3.1.5.3 Riego.....	35
2.3.1.5.4 Fertilización.....	35
2.3.1.5.5 Podas.....	35
2.3.1.6 Enfermedades.....	35
2.3.1.6.1 Alternaría (Alternaría Panax) .....	35
2.3.1.6.2 Punteado Foliar ( Xantomonas).....	36
2.3.1.6.3 Fumagina.....	36
2.3.1.7 Plagas.....	36
2.3.1.7.1 Araña roja.....	36
2.3.1.7.2 Pulgones Afilos.....	36
2.3.1.8 Razones para implementar propagación vegetativa.....	37
2.3.1.9 Condiciones para la propagación .....	37
2.3.1.9.1 Agua.....	37
2.3.1.9.2 Temperatura.....	38
2.3.1.9.3 Luz.....	38
2.3.1.10 Factores que afectan la regeneración de las plantas a partir de estacas (De Guate.com 2008).....	38
2.3.1.10.1 Selección del material para estacas .....	39
2.3.1.10.2 Tratamiento de las estacas.....	39
2.3.1.10.3 Condiciones ambientales durante el enraizamiento.....	39
2.3.1.11 Propagación Vegetativa.....	40
2.3.1.12 Propagación de plantas sin semillas .....	40
2.3.1.13 Sustancias reguladoras de crecimiento.....	40
2.3.1.14 Hormonas vegetales.....	41
2.3.1.15 Auxinas.....	41
2.3.1.15.1 Características principales de las auxinas .....	32
2.3.1.15.2 Valorización de las auxinas.....	42
2.3.1.15.3 Función de las auxinas.....	43
2.3.1.15.4 Importancia de las auxinas.....	44
2.3.1.15.5 Auxinas sintéticas.....	45
2.3.1.16 Sustrato.....	46
2.3.1.17 Características del sustrato Ideal.....	46
2.3.1.17.1 Propiedades físicas.....	46
2.3.1.17.2 Propiedades químicas.....	46
2.3.1.17.3 Propiedades Bioquímicas.....	47
2.3.1.17.4 Arena.....	47
2.3.1.18 Material de Propagación.....	47

2.3.1.18.1	Esquejeado o estaquillado .....	47
2.3.1.18.2	Esqueje semileñoso.....	47
2.3.1.18.3	Propagador.....	48
2.3.2	Marco referencial.....	49
2.3.2.1	Descripción del lugar.....	49
2.3.2.2	Condiciones Climatológicas.....	49
2.3.2.2.1	Luz.....	49
2.3.2.2.2	Temperatura.....	49
2.3.2.2.3	Humedad.....	49
2.3.2.3	Condiciones del vivero.....	49
2.4	OBJETIVOS.....	51
2.4.1	General.....	51
2.4.2	Específicos .....	51
2.5	HIPÓTESIS.....	52
2.6	METODOLOGÍA .....	53
2.6.1	Factores.....	54
2.6.1.1	Esquejes.....	54
2.6.1.2	Auxinas.....	56
2.6.1.3	Preparación de la auxina .....	57
2.6.1.4	Tratamiento.....	57
2.6.2	Unidad experimental.....	59
2.6.3	Unidad de muestreo .....	60
2.6.4	Manejo.....	60
2.6.4.1	Riego.....	60
2.6.4.2	Sombra.....	61
2.6.5	Colecta de datos.....	61
2.6.6	Variables cuantitativas continuas.....	62
2.6.7	Variables discretas .....	64
2.6.7.1	Numero de raíces.....	65
2.6.8	Variables cualitativas.....	65
2.6.9	Diseño experimental.....	65
2.6.10	Modelo estadístico.....	65
2.6.11	Análisis de datos.....	66
2.6.12	Prueba múltiple de media.....	66
2.7	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	67
2.7.1	Generalidades .....	67
2.7.2	Variable largo de raíces de sheflera.....	67
2.7.3	Variable media de número de brotes de sheflera .....	68
2.7.4	Media de crecimiento de los brotes en centímetros.....	69
2.7.5	Peso fresco.....	71
2.7.6	Peso seco de los brotes de sheflera.....	72
2.7.7	Coeficientes de variación.....	74
2.8	Uso potencial de los resultados .....	74
2.9	CONCLUSIONES.....	75
2.10	RECOMENDACIONES .....	76
2.11	BIBLIOGRAFÍA .....	77
2.12	ANEXO.....	78

2.12.1	Análisis Estadístico Corrida de datos .....	1
3	CAPÍTULO III .....	8
3.1	PRESENTACIÓN.....	9
3.2	SERVICIO 1. SIEMBRA DE ÁRBOLES EN EL ÁREA PROTEGIDA MUNICIPAL PARQUE ECOLOGICO LA CERRA.....	9
3.2.1	Antecedentes.....	10
3.2.2	Descripción de las especies utilizadas.....	10
3.2.2.1	Ciprés.....	11
3.2.2.1.1	Morfología.....	12
3.2.2.1.2	Usos.....	12
3.2.2.1.3	Especies.....	12
3.2.3	OBJETIVOS.....	13
3.2.3.1	General.....	13
3.2.3.1	Específico.....	13
3.2.4	METODOLOGÍA.....	14
3.2.4.1	Siembra de los arboles.....	14
3.2.5	RESULTADOS .....	15
3.2.6	Evaluación de la siembra de árboles .....	15
3.2.7	ANEXOS.....	16
3.2.8	BIBLIOGRAFÍA.....	18
3.3	SERVICIO 2. IMPLEMENTACIÓN DE UNA PISCÍCOLA CON CARÁCTER DEMOSTRATIVO EN EL PARAJE PLAYA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA.....	19
3.3.1	Presentación.....	19

CONTENIDO	PAGINA	
3.4	OBJETIVOS .....	20
3.4.1	Generales .....	20
3.4.2	Específicos .....	20
3.5	METODOLOGÍA .....	21
3.5.1	Materiales y herramientas .....	21
3.5.1.1	Materiales didácticos.....	21
3.5.1.2	Equipo técnico.....	22
3.5.1.3	Maquinaria Pesada.....	22
3.5.1.4	Materiales para la piscícola.....	22
3.5.2	Mano de obra.....	23
3.5.3	Ejecución de las piscícolas.....	23
3.5.4	Parámetros para determinar la calidad de agua en el estanque .....	23
3.5.4.1	Temperatura.....	24
3.5.4.2	Oxígeno.....	24
3.5.4.3	Transparencia.....	24
3.5.4.4	Punto de hidrogeno .....	24
3.5.4.5	Selección de la forma del estanque.....	24
3.5.4.6	Tamaño.....	25
3.5.4.7	Profundidad.....	25
3.5.4.8	Diques o Muros.....	25

3.4.4.9 Recubrimiento. ....	26
3.5.5 Siembra de los alevines.....	26
3.5.6 Alimentación .....	26
3.5.7 Controles y manejo de los estanques.....	27
3.5.7.1 Cosecha.....	28
3.5.7.2 Tipo de Cosecha.....	28
3.6 RESULTADOS .....	30
3.7 CONCLUSIONES.....	31
3.8 RECOMENDACIONES .....	32
3.9 BIBLIOGRAFÍA .....	33
3.10 ANEXOS.....	34

### ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
Figura 1 . Mapa de las áreas verdes del sector 1, Villa Hermosa I Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100.....	18
Figura 2 . Mapa de las áreas verdes del sector 2, Villa Hermosa I Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100 .....	19
Figura 3 Mapa de las áreas verdes del sector 3, Villa Hermosa I Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100 .....	20
Figura 4 Mapa de las áreas verdes del sector 5, Villa Hermosa I Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100 .....	21
Figura 5 Mapa de las áreas verdes del sector 6, Villa Hermosa Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100 .....	22
Figura 6 Mapa de las áreas verdes del sector 7, Villa Hermosa Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100 .....	23
Figura 7 Área verde del sector 1 de Villa Hermosa I.....	24
Figura 8 Área verde del sector 1 de Villa Hermosa I (Ideal para senderos) .....	24

FIGURA	PAGINA
Figura 9 Parques recreativos en área verde del sector 1 de Villa Hermosa I.....	25
Figura 10 Área verde municipal sin uso, en sector 1 de Villa Hermosa I .....	25
Figura 11 Área verde de vocación forestal ubicada en sector 3 de Villa Hermosa I .....	26
Figura 12 . Construcción de áreas deportivas y recreativas en sector 3 de Villa Hermosa I.....	26
Figura 13 . Área verde con potencial para jardinería en el sector 5 de Villa Hermosa I.....	27
Figura 14 Área verde con vocación forestal en el sector 5 de Villa Hermosa .....	27
Figura 15 Área verde del sector 8 de Villa Hermosa .....	28
Figura 16 . Área verde y deportiva del sector 8 de Villa Hermosa.....	28
Figura 17 Identificación del experimento.....	53
Figura 18 Siembra de los tratamientos.....	54
Figura 19 aplicación de la hormona. ....	56
Figura 20 . Distribución de los tratamientos y repeticiones. ....	59
Figura 21. Extracción de los esquejes.....	61
Figura 22 Identificación de las muestras. ....	63
Figura 23 Fase de gabinete del estudio. ....	63
Figura 24 Muestras de material vegetativo al horno.....	64
Figura 25 Identificación del área por reforestar. ....	16
Figura 26 Trazo de la plantación. ....	16
Figura 27 Siembra de árboles. ....	16
Figura 28 Plateo e identificación de los árboles. ....	17

Figura 29 Utilización maquinaria pesada. ....	34
Figura 30. Trazo de piscícolas. ....	34
Figura 31. Formación de bordas. ....	35
Figura 32 . Elaboración de cosechadoras. ....	35

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1 Especies forestales del vivero municipal del Parque Ecológico la Cerra. ....	12
Cuadro 2 Especies ornamentales del vivero municipal del Parque Ecológico la Cerra. ....	13
Cuadro 3 Clasificación taxonómica de la sheflera. ....	32
Cuadro 4 Diferentes tratamientos de IBA utilizados para determinar la respuesta de la sheflera al enraizamiento. ....	58
Cuadro 5 Análisis de la variable largo de raíces en esquejes de sheflera. ....	68
Cuadro 6 Clasificación de las medias largo de raíces de dheflera. ....	68
Cuadro 7 Media del número de brotes de los esquejes de sheflera. ....	69
Cuadro 8 Clasificación de las medias de número de brotes de sheflera. ....	69
Cuadro 9 Media de crecimiento de los brotes de sheflera. ....	70
Cuadro 10 Clasificación de las medias de crecimiento de brotes o yemas de sheflera. ....	70
Cuadro 11 Peso fresco de brotes de sheflera. ....	71
Cuadro 12. Clasificación de las medias de peso fresco de los brotes de sheflera. ....	71

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 13 Peso seco de los brotes de sheflera.....	72
Cuadro 14 Clasificación de las medias de peso seco de los brotes de sheflera. ....	72
Cuadro 15 Clasificaciones de los tratamientos en función de sus resultados.....	73
Cuadro 16 Largo de las raíces .....	78
Cuadro 17 Tiempos de cosecha .....	28

## **1 CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LAS ÁREAS DE MAYOR POTENCIALIDAD PARA LA  
REALIZACIÓN DE JARDINES EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

El municipio de San Miguel Petapa del Departamento de Guatemala tiene una extensión territorial de 35 km cuadrados, es un municipio cercano a la ciudad capital y posee tres vías de acceso. Es un municipio con alto crecimiento poblacional donde cada vez se necesita disponer de más áreas para la construcción de viviendas y disminuye la posibilidad de destinar terrenos para áreas verdes (7)

San Miguel Petapa cuenta con gran riqueza de áreas verdes y forestales, porque posee un área protegida municipal y diversos sectores con potencial para la jardinería.

El diagnóstico se ejecutó en varias fases: la fase inicial de gabinete en la que se recopiló información mediante la lectura de documentos, consulta de mapas y entrevistas con personal que labora en la municipalidad. Posteriormente, una fase de campo durante la cual se realizaron visitas a las áreas de interés y se tomaron fotografías del lugar. Luego, la fase de gabinete en la que se recopiló, analizó y sintetizó la información para plantear conclusiones y recomendaciones en función del diagnóstico realizado.

## 1.2 ANTECEDENTES

Para realizar el diagnóstico de las áreas verdes fue necesario estar en coordinación con las autoridades municipales y de esa manera determinar las áreas de interés para futuras obras municipales de índole ambiental, de recreación y ornato. Se efectuaron visitas de conocimiento de las áreas existentes y las potenciales, para examinarlas y recabar información. Fue necesario utilizar algunos mapas y fotografías que sirvieron de referencia para estos ubicar las áreas de estudio.

Mediante pláticas con personas que laboran cerca de las áreas identificadas se obtuvo información relevante acerca del área. Se decidió trabajar en el municipio de San Miguel Petapa debido a su avanzado desarrollo y el crecimiento poblacional acelerado que presenta por su proximidad a la ciudad capital.

Por otra parte, las autoridades municipales están interesadas en darle mayor atención al ornato del lugar.

En ocasiones el municipio recibe apoyo de instituciones como Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –**AMSA**– para desarrollar proyectos de reforestación y de combate de incendios forestales. Sin embargo, existen algunas áreas verdes que están sin uso y corren el riesgo de ser invadidas; por lo que se consideró necesario identificarlas.

La creación del Departamento de Áreas Verdes constituye la respuesta de la municipalidad de San Miguel Petapa ante la situación mencionada.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 General**

Caracterizar las principales áreas verdes aptas para la realización de jardines en el municipio.

### **1.3.2 Específicos**

- a) Identificar las áreas verdes con potencialidad para ser jardínizadas en el municipio de San Miguel Petapa.
- b) Señalizar, mediante mapas, la ubicación de cada área identificada.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1 Antecedentes**

Se decidió trabajar en el municipio de San Miguel Petapa, debido a su avanzado desarrollo y el crecimiento poblacional acelerado que presenta por estar ubicado tan próximo a la ciudad capital.

Por otra parte, el alcalde de esta localidad informó que las autoridades municipales están interesadas en darle mayor atención al ornato del lugar y lo contemplan en su plan de gobierno.

### **1.4.2 Fase inicial de gabinete**

En esta etapa se recopiló información básica del municipio tal como ubicación, actividades a las que se dedican sus pobladores, temperatura, clima, trabajos o estudios realizados por instituciones, etc. Para ello se procedió a consultar documentos del archivo municipal, como la monografía del municipio, algunas fotografías y mapas catastrales. Además, se visitó el Centro de Documentación e Información de Agronomía –CEDIA– de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala –FAUSAC–.

### **1.4.3 Fase de campo**

Esta fase consistió en visitas a los sitios identificados como áreas verdes según la investigación realizada en la fase de gabinete y consultas al personal de la municipalidad. Las visitas permitieron ubicar e identificar cada área con la ayuda de una libreta de campo, la creación de un croquis y la guía proporcionada por los mapas obtenidos en la oficina de los síndicos. Se tomaron fotografías para facilitar y asegurar la ubicación de las áreas mencionadas.

Se estableció comunicación con los vecinos que habitan alrededor de dichas áreas con el propósito de recopilar información acerca de esas áreas: límites, colindancias y otros datos importantes.

#### **1.4.4 Fase final de gabinete**

En esta fase se realizó el análisis, ordenamiento, síntesis e interpretación de la información recopilada en las dos fases anteriores, para poder emitir conclusiones y recomendaciones.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Áreas verdes identificadas

Se denomina área verde al lugar en el cual se encuentran especies ornamentales, pastizales o forestales; o al que cuenta con potencial para la elaboración de parques, jardines o centros de recreación (7)

La colonia Villa Hermosa cuenta con un área verde total de 89, 887.46m<sup>2</sup> Incluye áreas forestales, de deportes y de escuelas. Éstas se encuentran distribuidas en los sectores 11, 7, 5, y 1 de Villa Hermosa I y en el sector 2 de Villa Hermosa II. Este sector ha sido invadido por los vecinos, quienes aunque no construyen viviendas, privatizan el área verde para utilizarla como patio. Estas personas afirman que invadieron ese terreno debido al tamaño reducido de los lotes en que habitan (estos miden 5 m de frente x 20 m de fondo).

Esta área verde se ubica alrededor de un desagüe (el cual aún no genera malos olores). El área tiene potencial para la jardinería o para la construcción de un parque, calzada o bulevar, pues posee gran cantidad de especies forestales y frutales como timboque, eucalipto, pino y ciprés. Algunas partes tienen grama que fue plantada por los vecinos. El área verde mide 2,000 metros de largo y 6 metros de ancho de cada lado del desagüe; es un lugar conveniente para construir caminos peatonales y jardines para la recreación.

Este municipio también cuenta con un área verde ideal para la creación de un jardín o una ciclo vía; actualmente la habitan especies forestales como eucaliptos que forman una calzada. La dimensión de esta área es de 3 metros de ancho por 2000 metros de largo (6000 m<sup>2</sup>); se ubica en el km 31 ruta a Santa Inés Petapa, a un costado de la rivera del río Platanitos(7)

### **1.5.2 Áreas forestales**

Son áreas verdes cubiertas en su totalidad por especies forestales. En Villa Hermosa ocupa un área de 919 237 690 m<sup>2</sup>. Poseen áreas forestales los sectores 10, 9, 11, 7 y 2 de Villa Hermosa 1 y el sector 2 de Villa Hermosa II.

Todas las áreas forestales de Villa Hermosa poseen especies de casuarinas, pino, ciprés y eucalipto.

### **1.5.3 Áreas protegidas municipales**

San Miguel Petapa cuenta con el área protegida municipal denominada Parque Ecológico la Cerra. Esta área constituye el 7% del territorio del municipio (30 km<sup>2</sup>) y dispone de recursos naturales, oportunidades de recreación y educación ambiental que no posee la mayoría de municipios.

La Cerra está ubicada a un km de la cabecera municipal y a 22 de la capital. Su extensión es de 210 hectáreas, la altitud, entre 1000 y 1540 msnm y la zona de vida es Bosque sub tropical seco (7)

Su biodiversidad:

Más de 25 especies de aves residentes y migratorias que incluyen rapaces medianas.

Mamíferos: gato de monte, armadillo, liebre, ardilla, tacuazín, comadreja, rata de campo, murciélago.

Reptiles: iguanas, lagartijas, serpientes.

Más de 60 especies forestales exóticas y nativas.

Uso actual de la tierra: bosque nativo,

Reforestación con manejo forestal, recreación, agricultura, zona de recuperación, pastizales y poblado.

### 1.5.4 Jardines

El municipio cuenta con diversos jardines y bulevares, cuyo cuidado está a cargo de la municipalidad.

#### Jardines de San Miguel Petapa

Bulevar calzada San Miguel: éste se ubica en la calzada que conduce a las granjas Gerona; su dimensión es de un metro de ancho por 600 metros de largo. En el lugar se ven especies de ciprés, ficus, eucalipto y grama como cubre suelo.

#### Jardines de Colonia Villa Hermosa

Bulevar central de Villa Hermosa; está dividido en dos partes, la primera con dirección sureste, hacia la avenida Petapa. Este arriate tiene una longitud de 1400 metros y un ancho de 3 metros; Actualmente se está jardinizando con plantas ornamentales como ficus, plumbago, pony, lirios, eucaliptos y grama como cubre suelo.

La otra parte del bulevar mide 3410 metros de largo por tres de ancho; tiene dirección al noreste, con salida a la capital por la aldea Boca del Monte, municipio de Villa Canales. Se está jardinizando con especies forestales como casuarinas de más de 10 metros de alto y ficus de más de 3 metros de alto. Gracias a la sombra que proporcionan estas especies forestales, en este arriate se ven plantas de sombra como shefleras, mala madre, entre otras. La mayor parte está jardínizada con crotos, calanchos o diablillos, palmeras y, como cubre suelo, grama y maní forrajero.

### 1.5.5 Apoyo y participación de instituciones

En ocasiones el municipio recibe apoyo de instituciones como Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán –**AMSA**– para desarrollar proyectos de reforestación y de combate de incendios forestales.

### **1.5.6 Departamento de áreas verdes**

Este departamento fue creado por la municipalidad de San Miguel Petapa el 16 de enero de 2006. Tiene su sede en el sector nueve de la colonia Villa Hermosa, donde también se ubica el vivero municipal de plantas ornamentales. Dicho vivero provee al Departamento de Áreas Verdes de las plantas que utiliza en las actividades de jardinería.

Una de las funciones de este departamento es darle mantenimiento a los jardines y áreas verdes municipales. Además, la creación de jardines y atender el ornato de las obras municipales como escuelas, clínicas, calzadas; la producción de plantas ornamentales para utilizarlas en diferentes proyectos.

### **1.5.7 Educación ambiental**

Este municipio cuenta con un programa de educación ambiental, a cargo de personal profesional y capacitado en el manejo y conservación de recursos naturales. Dicho programa se imparte en dos niveles:

- Un curso de vacaciones anual, en el que se desarrollan contenidos de educación ambiental y prácticas de conservación y recreación, así como de equitación.
- Charlas no formales e interpretativas en senderos que se imparten a grupos de visitantes. Estas visitas se coordinan con docentes del sector público y privado.

El programa ambiental está enfocado en atender niños y jóvenes. Por medio de él se pretende dar a conocer a la juventud la importancia de los recursos naturales con que cuenta el municipio, fomentar la conciencia ambiental y promover el cuidado de los recursos citados. Por ello se trabaja principalmente con escuelas e institutos públicos y privados del municipio. Cuenta con una escuela de educación ambiental que funciona durante el período de vacaciones del ciclo escolar, cuyas actividades se realizan en el área protegida municipal Parque Ecológico la Cerra.

### **1.5.8 Recursos disponibles**

Recursos humanos: se contó con el apoyo de las personas que laboran en la municipalidad, entre ellos, ingenieros, personal de campo, técnico y de oficina.

Físicos: equipo de oficina, papelería, mapas, planímetros, cintas métricas y sistema de posicionamiento global (GPS).

Financieros: las autoridades de la municipalidad de San Miguel Petapa brindaron completo apoyo para el desarrollo del proyecto.

### **1.5.9 Viveros municipales**

Estos viveros funcionan con fondos proporcionados por la municipalidad y lo atiende personal técnico experimentado.

#### **1.5.9.1 Vivero municipal Villa Hermosa**

Este vivero municipal está ubicado en el sector 9 de la colonia Villa Hermosa, está a cargo del Departamento de Áreas Verdes de la municipalidad de San Miguel Petapa. Dispone de un área amplia para la producción de plantas ornamentales, la cual constituyen su principal actividad. Además, cuenta con un umbráculo de 6x10 metros para la producción de plantas ornamentales y un invernadero de 6 X 30 metros.

En este lugar se reproduce parte de las plantas que se utilizan en los diversos jardines o proyectos municipales.

### 1.5.9.2 Vivero municipal parque ecológico la Cerra

El vivero municipal de la Cerra se ubica a un costado del Parque Ecológico la Cerra y se dedica a la producción de las plantas forestales que se utilizan en el mismo parque y en otras áreas verdes.

### 1.5.10 Flora

Las áreas verdes municipales cuentan con diversidad de plantas ornamentales y especies forestales en los jardines, parques, bulevares y viveros municipales. A continuación se describen las especies que se encuentran en las áreas verdes municipales.

**Cuadro 1 Especies forestales del vivero municipal del Parque Ecológico la Cerra.**

<b>ESPECIES FORESTALES</b>		
<b>1</b>	Eucalipto	<i>eucaliptus spp</i>
<b>2</b>	Ciprés	<i>Cupresus lusitánica</i>
<b>3</b>	Pino	<i>Pinus spp.</i>
<b>4</b>	Timboque	<i>Tecoma stand</i>
<b>5</b>	Palo blanco	<i>Civistax donel smit</i>
<b>6</b>	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
<b>7</b>	Matilisguate	<i>Tabeula pentafila</i>

Fuente: visita al vivero.

**Cuadro 2 Especies ornamentales del vivero municipal del Parque Ecológico la Cerra.**

<b>ESPECIES ORNAMENTALES</b>		
1	Crotos	<i>Codiaeum variegatum pictum</i> (1)
2	Capas de rey o coleos	<i>Coleus blumei</i> (1)
3	Mala madre	<i>Cholophytum comosum variegatum</i> (1)
4	Shefflera	<i>Shefflera arboricola</i> (3)
5	Clavel	<i>Hibiscus rosa sinensis</i> (4)
6	Bulbinela	<i>Lilum spp.</i> (2)
7	Lirios	<i>Clivia miniata</i> (1)
8	Turbajea	<i>Lilum spp.</i> (1)
9	Bougavilia	<i>Bougambila glabra</i> (1)
10	Pony	<i>Beucurnia recurvata</i> (6)
11	Geranio	<i>Geranium spp.</i> (2)
12	Maní forrajero	<i>Arachis pintoy</i> (2)
13	Clavellina	<i>Diantus plumarius</i> (4)
14	Calanchos	<i>Kalanchoe hibridos</i> (2)
15	Hoja de la suerte	<i>Biefembachia amoena</i> (1)
16	Begonia	<i>Begonias spp.</i> (1)
17	Verbena	<i>Verbena peruviana</i> (6)
18	Hoja de corazón	<i>Xanthosoma spp.</i> (5)
19	Vincas o chatillas	<i>Vinca rosea</i> (6)
20	Tagetes	<i>Tagetes erecta.</i> (6)

Fuente: visita al vivero del sector 9 de Villa Hermosa.

## **1.6 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA EN LAS ÁREAS VERDES**

Una de las principales problemáticas que enfrentan las áreas verdes es de índole social, debido a algunos factores como los que se describen a continuación:

### **1.6.1 Crecimiento poblacional**

Este fenómeno social que afecta al municipio se debe a su ubicación cercana a la ciudad capital. El crecimiento de la población incrementa la necesidad de disponer de áreas para construcción de viviendas y como consecuencia se reducen las áreas destinadas o con potencialidad para áreas verdes o jardines.

### **1.6.2 Invasiones**

Se identificaron áreas públicas con potencialidad para la elaboración de jardines, algunas de las cuales han sido utilizadas como basurero, otras han sido invadidas por los vecinos quienes se han adueñado de estas áreas con el fin de disponer de una pequeña área verde particular. Esa acción contribuye a desorganizar dichas áreas. Tal es el caso del área ubicada en el sector 2 de la colonia Villa Hermosa II donde se ubica el quinel que conduce aguas servidas y está rodeado por un área verde que posee varias especies forestales como timboque, ciprés, ficus, pastizales. Este lugar puede funcionar como un parque o bien como un jardín. Además, se comprobó que son objeto de invasión algunas áreas de los sectores 9 y 3 de Villa Hermosa I.

### **1.6.3 Incendios forestales**

Este problema radica en la necesidad de las personas para obtener áreas de vivienda o cultivo, o por el descuido de los habitantes aledaños a las áreas forestales del municipio.

Los incendios ocurren principalmente en la época de verano y es difícil controlarlos, debido a la falta de recursos para combatirlos.

#### **1.6.4 Falta de agua en verano**

En la época seca es difícil cubrir el requerimiento de riego que demandan las áreas verdes municipales: bulevares, parques y jardines. Debido al crecimiento de las áreas verdes existente o a la creación de nuevas, son insuficientes los camiones cisterna con que cuenta la municipalidad para el servicio de riego de los sitios mencionados.

#### **1.6.5 Robo de plantas en jardines**

Actualmente el Departamento de Áreas Verdes implementa nuevos jardines en los que utiliza especies no comunes y flores vistosas. Sin embargo, debido a la falta de conciencia social y de cultura, las personas acostumbran robar las plantas de los arriates. Por ello constantemente es necesario reponer las plantas faltantes.

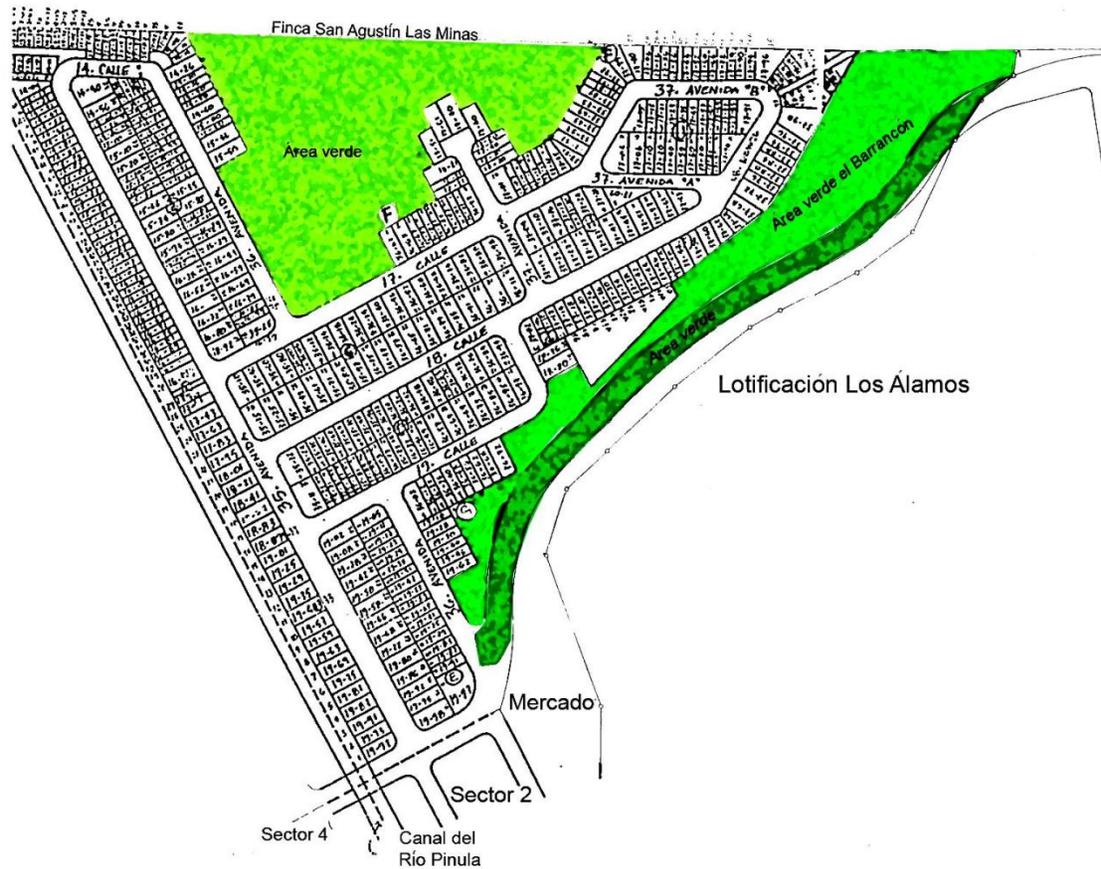
## 1.7 CONCLUSIONES

- El municipio cuenta con diversas áreas potenciales para la creación de parques o jardines; las cuales aún no se han podido aprovechar.
- El municipio cuenta con un área protegida municipal que es una de las principales áreas verdes con diversidad de especies de flora y fauna. Las especies forestales del lugar lo convierten en un sitio conveniente para la recreación de sus habitantes y visitantes.
- El municipio enfrenta el fenómeno social del crecimiento poblacional acelerado, debido a la migración de personas en busca de trabajo y su cercanía a la ciudad capital.
- Los habitantes nativos del municipio han dejado de trabajar en la agricultura y en otras actividades propias del municipio debido a la baja remuneración que se obtiene por el trabajo agrícola.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Nessmann, Pierre. 2003. Tu jardín. Conocer y cuidar las plantas de interior. Madrid, España. Susaeta ediciones. 95 p.
2. Gugenham E. Plantas de flores. Los cuidados más eficientes. España Editorial Everest. 63 p.
3. Nessmann, Pierre. 2006. Guía para el cuidado de plantas de interior. Madrid, España. Susaeta ediciones. 95 p.
4. Harte, S. 1999. El jardín de estilo rústico. Barcelona, España. Blume ediciones. 144. p.
5. Sosof, Juan. 2005. Cultivo de flores para exportación. Revista Agricultura. Edición No. 72:15-17.
6. Salvat, Juan. 1987. Folra. Enciclopedia Salvat de la jardinería. Edición 23. 144-153.
7. Espina, E. 2002. Situación actual de las aéreas verdes del municipio de San Miguel Petapa. (entrevista). San Miguel Petapa.

## 1.9 ANEXOS



**Figura 1 .** Mapa de las áreas verdes del sector 1, Villa Hermosa I Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100



**Figura 2 .** Mapa de las áreas verdes del sector 2, Villa Hermosa I Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100



**Figura 3** Mapa de las áreas verdes del sector 3, Villa Hermosa II Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100



Figura 4 Mapa de las áreas verdes del sector 5, Villa Hermosa I Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100

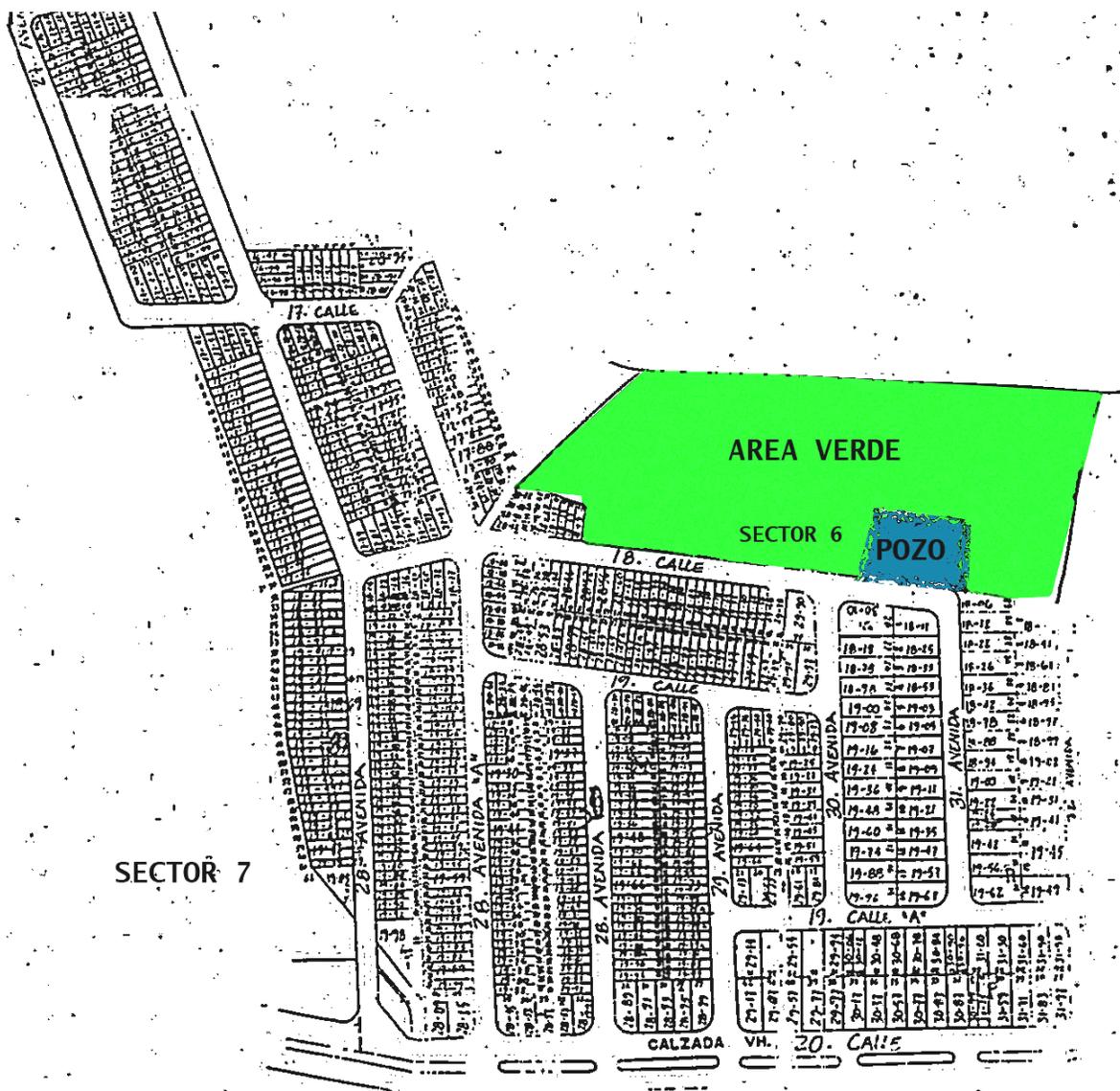


Figura 5 Mapa de las áreas verdes del sector 6, Villa Hermosa Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100

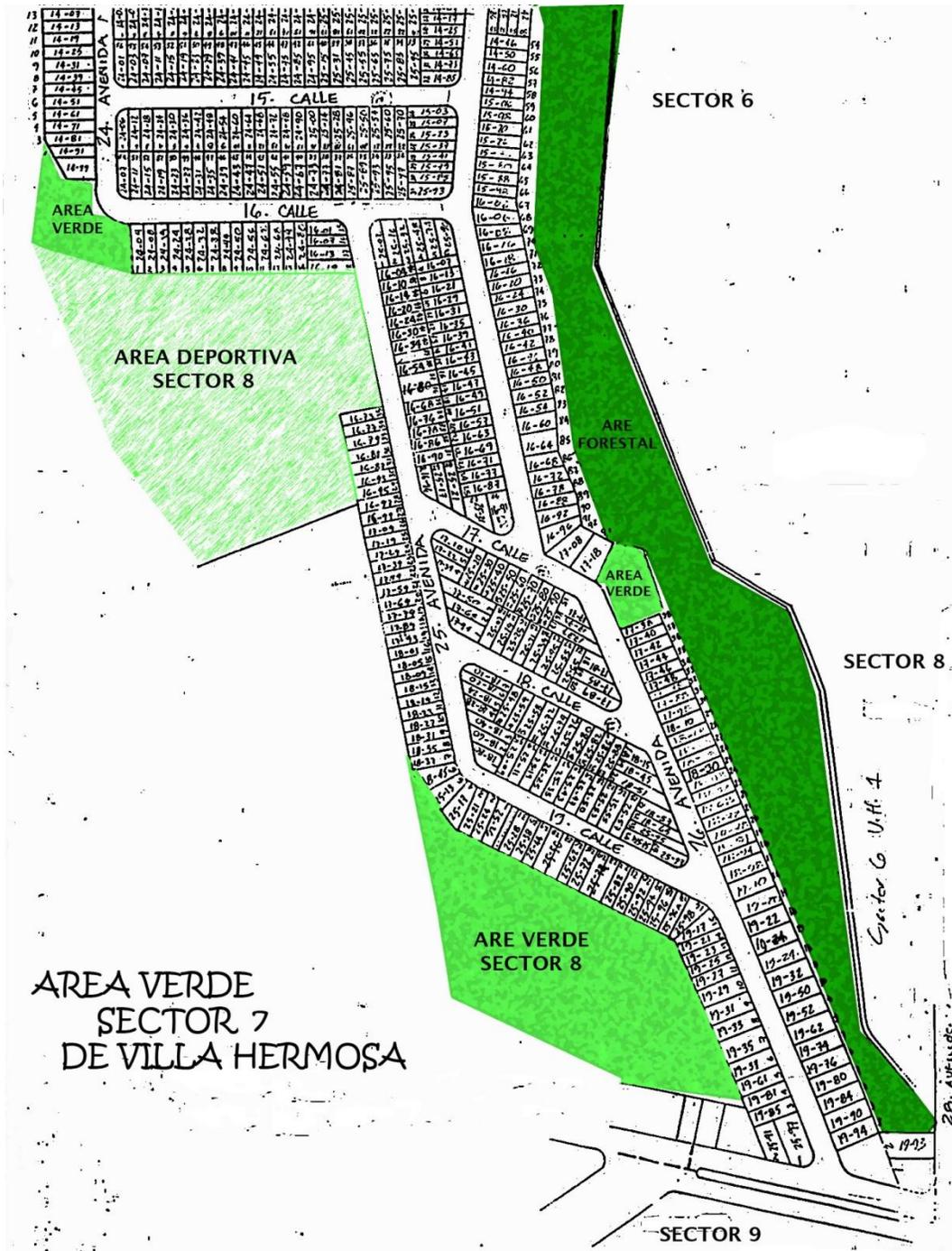


Figura 6 Mapa de las áreas verdes del sector 7, Villa Hermosa Fuente Memoria de labores Departamento de catastro Municipalidad de San Miguel Petapa escala 1:100



**Figura 7** Área verde del sector 1 de Villa Hermosa I



**Figura 8** Área verde del sector 1 de Villa Hermosa I (Ideal para senderos)



**Figura 9** Parques recreativos en área verde del sector 1 de Villa Hermosa I



**Figura 10** Área verde municipal sin uso, en sector 1 de Villa Hermosa I



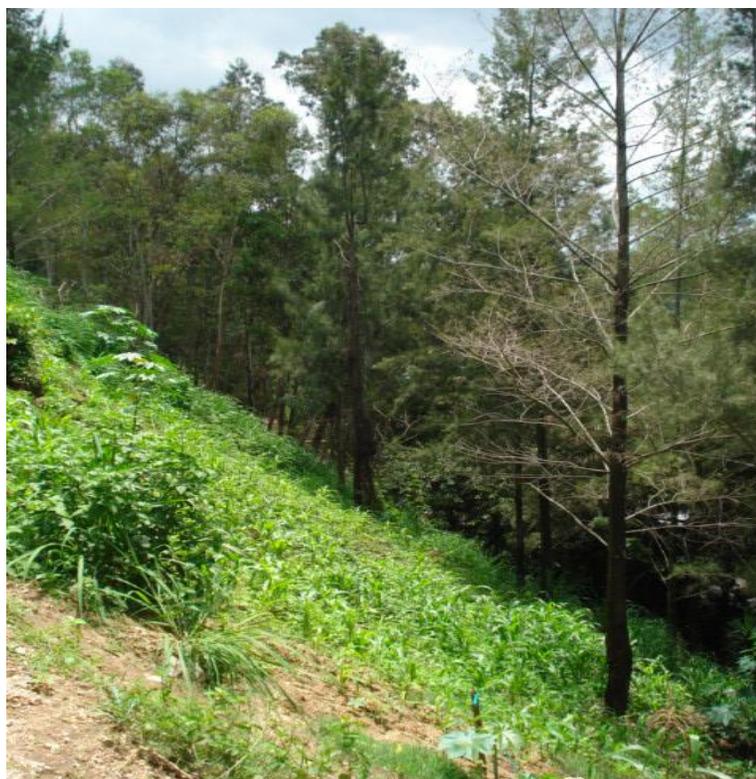
**Figura 11** Área verde de vocación forestal ubicada en sector 3 de Villa Hermosa I



**Figura 12** . Construcción de áreas deportivas y recreativas en sector 3 de Villa Hermosa I



**Figura 13** . Área verde con potencial para jardinería en el sector 5 de Villa Hermosa I



**Figura 14** Área verde con vocación forestal en el sector 5 de Villa Hermosa



**Figura 15** Área verde del sector 8 de Villa Hermosa



**Figura 16** . Área verde y deportiva del sector 8 de Villa Hermosa

## 2 CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN

REACCIÓN DE LA SHEFFLERA (*Shefflera arboricola H.*) EN EL ENRAIZAMIENTO DE  
ESQUEJES MEDIANTE EL USO DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

REACTION OF SHEFFLERA (*SHEFFLERA ARBORICOLA H.*) ON THE ROOTING OF  
CUTTINGS THROUGH USE OF INDOLEBUTYRIC ACID

## 2.1 PRESENTACIÓN

Las plantas ornamentales de follajes poseen potencial económico debido a la demanda en el mercado nacional e internacional. Por tal razón el cultivo de shefflera es una alternativa de producción, gracias a las facilidades con que se cuenta para satisfacer el mercado (clima, suelo, tecnología, etc.). Esta planta ornamental pertenece a la familia Araliáceas, es muy utilizada en la jardinería debido a su vistosidad, por ser una planta bicolor y por su adaptabilidad tanto a los ambientes sombreados como a los soleados. Esto constituye una ventaja para usarla en diversas condiciones lumínicas. Su reproducción puede ser sexual o asexual; esta última es la más utilizada, en forma de acodos y esquejes, puesto que genera plantas de mayor tamaño.

Existen diversas variedades de shefflera que se diferencian por su color y tamaño. En especial se cultiva la variedad *Golden capella*, preferida por su vistosidad, pues posee coloración verde, con un poco de amarillo disperso en el haz; su altura es de 1.5 a 2.00 metros (Infojardin 2007).

Debido al intenso uso que tiene la shefflera y a la necesidad que de ella existe para la ornamentación de jardines, es importante encontrar una alternativa para obtener mayor número de nuevas plantas, empleando menor cantidad de plantas madres (Sosof, 2005).

El estudio es pionero, porque con anterioridad no se tiene uno detallado sobre la propagación con propósitos de ornamentación de jardines. Por ello fue necesario realizar esta investigación, cuyo objetivo es encontrar una técnica de reproducción asexual masiva utilizando una auxina y un tipo de esqueje en función de su número de yemas, que proporcione mejor resultado.

La investigación permitió determinar que el uso de un esqueje de cuatro yemas y una concentración de 1000 ppm de ácido indolbutírico proporcionará el mejor resultado en la reacción de la shefflera.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La sheflera es una planta de alta demanda en el mercado local e internacional, lo que con frecuencia ocasiona escasez; tanto, que en algunos casos resulta imposible su adquisición para la instalación de jardines.

El método tradicional de propagación de esta planta es por medio de acodos y sólo permite un número reducido de nuevas plantas por cada planta madre. El costo para la obtención de una nueva planta es alto, puesto que se necesita invertir tiempo, mano de obra, materiales para sustrato, papel de aluminio o plástico (para su envoltura) y la compra de hormona, entre otros gastos (Árboles ornamentales, 2007).

Adicional a esto, el tiempo necesario para tener una planta lista para su uso o comercialización por medio de la reproducción sexual comprende de seis a ocho meses, lo cual es excesivo. La falta de plantas causa pérdidas económicas porque se pierde la oportunidad de aprovechar algunas ventanas de mercado para ventas importantes de esta planta; como ocurre en el período de marzo a agosto, época de mayor demanda, pues al iniciar el invierno es cuando más jardinizaciones se realizan. (Árboles ornamentales, 2007).

Debido al intenso uso de la sheflera para la jardinización de zonas urbanas es importante encontrar una alternativa para la obtención de mayor cantidad de nuevas plantas y en condiciones masivas, empleando menos plantas madres.

## 2.3 MARCO TEÓRICO

### 2.3.1 Marco conceptual

#### 2.3.1.1 Descripción botánica

Son árboles, arbustos, sub arbustos y trepadoras con hojas por lo general palmaticompuestas de largos pecíolos; folíolos por lo general peciolulados y enteros. A menudo las hojas juveniles son diferentes de las adultas. Inflorescencia compuesta, paniculada o umbeliforme, terminal. Flores hermafroditas o poligamodioicas con 5-9 pétalos pequeños, valvados e igual número de estambres. Fruto drupáceo, generalmente negrozco (Aleman, 2007).

#### 2.3.1.2 Clasificación taxonómica

**Cuadro 3** Clasificación taxonómica de la sheflera.

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sub clase</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Orden</b>	<i>Apiales</i>
<b>Familia</b>	<i>Araliaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Schefflera</i>
<b>Especie</b>	<i>Schefflera arboricola</i>

(Fuente: Infojardín, 2007)

### 2.3.1.3 Origen

La shefflera pertenece a la familia *Araliáceae* y es originaria de Australia y Nueva Zelanda. La variedad más común es la variegada, que tiene hojas manchadas de color blanco crema. Otras variedades son *Schefflera arboricola*, Hong Kong y *Geisha gir* (Infojardín, 2007).

Por su valor ornamental esta planta es una de las más cotizadas en el mercado internacional; los australianos y neozelandeses descubrieron el potencial económico que posee la planta y fueron los primeros en explotarla. (Infojardín, 2007)

En Guatemala esta planta es muy utilizada en la decoración y jardinería, principalmente de zonas urbanas, como parques y bulevares.

### 2.3.1.4 Características morfológicas de la variedad utilizada

Altura: 10 a 15 pies

Extensión: 6 a 15 pies

Uniformidad de la corona: irregular

Forma de la corona: redondo, florero

Densidad de la corona: densa

Tarifa de crecimiento: moderada

Textura: media (Árboles ornamentales, 2006)

#### 2.3.1.4.1 Follaje

Arreglo de la hoja: suplente

Tipo de la hoja: palmately compuesto

Margen de la hoja: entero

Forma de la hoja: elíptica (oval), obovate

Venación de la hoja: pinnate

Tipo y persistencia de la hoja: árbol de hoja perennifolia.

Longitud de la lámina de la hoja: 2 a 4 pulgadas Color de la hoja: verde en diferentes

tonalidades desde blanco hasta verde oscuro

Color de la caída: ningún cambio del color

Característica de la caída: no llamativo (Árboles ornamentales, 2006).

#### **2.3.1.4.2 Flor**

Color de la flor: verde

Características de la flor: no llamativo (Árboles ornamentales, 2006).

#### **2.3.1.4.3 Fruta**

Forma de la fruta: redondo

Longitud de la fruta: menos de 5 pulgadas

Cubierta de la fruta: carnudo

Color de la fruta: anaranjado

Características de la fruta: no atrae fauna (Árboles ornamentales, 2006).

### **2.3.1.5 Requerimientos para el desarrollo de la variedad utilizada**

#### **2.3.1.5.1 Condiciones ambientales**

Clima cálido, sin heladas. En regiones húmedas o lluviosas necesita invernadero (Árboles ornamentales, 2006).

#### **2.3.1.5.2 Altura y diámetro**

180 x 60 centímetros Alcanza una altura considerable, sus hojas se agrupan formando palmas que crecen en el extremo de pequeños tallos erectos. (Árboles ornamentales, 2006).

### **2.3.1.5.3 Riego**

El anegamiento es su peor enemigo y el principal error de cultivo. Es preferible regar poco y observar constantemente el proceso. Es difícil que muera por sequía sin antes dar señales y siempre existe la posibilidad de recuperarla mediante el riego (Cabrera, 1999).

### **2.3.1.5.4 Fertilización**

Para programar una fertilización se recomienda realizar un análisis de suelos para conocer las condiciones en que se encuentra y mediante éste determinar la deficiencia o exceso de algún nutriente (Cabrera 1999). El fertilizante líquido es de efecto rápido; los gránulos o barras son de lenta liberación; durante cuatro o cinco meses sueltan los nutrientes para las raíces. Es recomendable utilizar dosis adecuadas para evitar fototoxicidad. (Cabrera, 1999).

### **2.3.1.5.5 Podas**

Se manejan dos tipos de podas: la de formación, que permite dar el aspecto deseado a la planta y la poda de saneamiento en la cual se elimina material vegetativo dañado por desórdenes fisiológicos o efecto de plagas y/o enfermedades (Cabrera, 1999).

## **2.3.1.6 Enfermedades**

### **2.3.1.6.1 Alternaria (Alternaria panax)**

Se presenta en las hojas como manchas circulares de color marrón. Hay productos para evitar que progrese la enfermedad, por ejemplo, Procimidona. (Infojardín, 2007).

### **2.3.1.6.2 Punteado foliar (*xanthomonas campestris* pv. *Herediae*)**

Sobre el haz aparece un punteado amarillo de menos de un milímetro de diámetro. En caso de infección fuerte se observa una coloración amarilla en la hoja, luego ésta se cae. Se debe evitar mojar las hojas al detectar los primeros síntomas. (Infojardín, 2007).

### **2.3.1.6.3 Fumagina**

Es un hongo saprofito que se observa como un polvo seco negro que forma una película o costra. Estos hongos se encuentran en todo tipo de plantas, incluyendo ornamentales y de cultivo; arbustos y árboles. Son más abundantes en climas cálidos y húmedos. Se desarrollan principalmente sobre la mielecilla secretada por algunos insectos.

Son fáciles de diagnosticar ya que la capa ennegrecida se puede desprender completamente con un trapo húmedo, un papel o incluso con la mano, dejando la superficie vegetal limpia (Infojardín, 2007).

## **2.3.1.7 Plagas**

### **2.3.1.7.1 Araña roja**

La araña roja provoca pequeñas manchas grisáceas en las hojas y a veces, finas telarañas por el envés (Infojardín, 2007).

### **2.3.1.7.2 Pulgones (áfidos)**

El pulgón es una de las plagas más comunes. Casi todas las plantas del jardín y de interior pueden ser atacadas por pulgones. Hay muchas especies de pulgones; unos atacan sólo a una planta o cultivo y otros son polífagos. Los hay de varias especies y producen deformaciones en los brotes. (Infojardín, 2007).

### **2.3.1.8 Razones para implementar la propagación vegetativa**

En el mantenimiento de clones la propagación vegetativa es asexual por que involucra divisiones mitóticas de las células que funcionan duplicando el genotipo de la planta; a esta duplicación se le denomina **clonación** y a la población de plantas descendientes se les llama **clones**. Las características específicas en clonaciones de cualquier planta individual son perpetuadas por la propagación. La clonación es importante en horticultura y fruticultura debido a que la mayoría de los cultivares tienen un genotipo altamente heterocigoto y las características únicas de dichas plantas se pierden instantáneamente al propagarse por medio de semillas (De Guate.com, 2008).

### **2.3.1.9 Condiciones para la propagación**

#### **2.3.1.9.1 Agua**

Aunque la presencia de hojas en las estacas constituye un fuerte estímulo para la iniciación de raíces, la pérdida de agua por medio de las hojas puede reducir el contenido de agua de las estacas a un nivel tal que ocasione su muerte antes de que ocurra la formación de raíces. Para lograr un buen enraizamiento de las estacas con hojas es esencial que éstas mantengan su turgencia y un elevado potencial de agua. Los procedimientos de enraizamiento deben orientarse a alcanzar esta meta. “Mediciones efectuadas anteriormente han mostrado que se presentan bajos potenciales de agua (muy debajo de 10 bars) y que ese bajo nivel está relacionado con mal enraizamiento”. (Irie.com, 2007).

En las estacas se ha interrumpido la provisión natural de agua de las raíces a las hojas, pero éstas todavía transpiran. En estacas de especies que enraízan con facilidad, la formación rápida de las raíces permite que la absorción de agua compense la que es removida por las hojas; pero en especies de enraizamiento más lento, la pérdida de agua a través de las hojas, debe reducirse al máximo para mantener viva la estaca hasta que forme raíces. “Para reducir al mínimo la transpiración de las hojas, la presión del vapor de agua de la atmosfera que las circunde debe mantenerse casi igual a la existente en los espacios intercelulares del interior de la hoja.” (irre.com 2007).

### **2.3.1.9.2 Temperatura**

Para el enraizamiento de estacas de la mayoría de especies son satisfactorias temperaturas diurnas de 21 a 27 °C; nocturnas, de 15 °C, aunque ciertas especies enraízan mejor a temperaturas más bajas. Las temperaturas del aire elevadas en exceso tienden a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces y a aumentar la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo. En las camas de estacas es conveniente aplicar debajo de ellas algún tipo de calentamiento controlado termostáticamente para mantener la temperatura en la base, a una altura mayor que la de las yemas, lo cual, en muchos casos, estimula el enraizamiento (irrie.com, 2007).

### **2.3.1.9.3 Luz**

En todos los tipos de crecimiento y desarrollo de las plantas, la luz es primordial como fuente de energía para llevar a cabo la fotosíntesis. En el enraizamiento de estacas, los productos de la fotosíntesis son importantes para que inicien y crezcan las raíces. Los efectos de la luz pueden deberse a la intensidad (radiancia), al fotoperiodo (longitud del día) y a la calidad de luz. Esos efectos pueden ser ejercidos ya sea en las plantas madres de las que se toma el material o en las estacas durante el proceso de enraizamiento. (irrie.com, 2007).

### **2.3.1.10 Factores que afectan la regeneración de las plantas a partir de estacas (De Guate .com, 2008)**

Entre las especies y diferentes cultivares existe marcada diferencia en la capacidad de enraizamiento en las estacas que se toman de ellas. Para determinar las diferencias es necesario practicar pruebas empíricas, lo cual se ha practicado con la mayoría de plantas de importancia económica. Las estacas de tallo de algunos cultivares enraízan con más facilidad que con instalaciones y manejo adecuado y se pueden lograr porcentajes elevados de enraizamiento. Sin embargo, existen muchas variedades y especies de las

cuales no se ha logrado hacer enraizar las estacas o cultivares. Las estacas de algunos cultivares “difíciles” se pueden hacer enraizar si se consideran varios factores que influyen y se mantiene en condiciones óptimas. Los factores ambientales son importantes para este grupo y la atención que se les preste marca la diferencia entre el éxito o el fracaso de obtener un enraizamiento satisfactorio. Esos factores son:

#### **2.3.1.10.1 Selección del material para estacas**

Las condición fisiológicas de la planta madre

1. Juventud (edad de la planta madre)
2. Tipo de madera seleccionada
3. Presencia de plagas y enfermedades
4. Época del año en que se toma la estaca

#### **2.3.1.10.2 Tratamiento de las estacas**

1. Reguladores del crecimiento

1. Nutrientes minerales
2. Fungicidas
3. Lesiones de las estacas

#### **2.3.1.10.3 Condiciones ambientales durante el enraizamiento**

1. Agua
2. Temperatura
3. Luz
4. Intensidad
5. Longitud del día
6. Calidad de la l

### **2.3.1.11 Propagación vegetativa**

La propagación vegetativa o asexual se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información necesaria y/o suficiente para reproducir la planta entera (De Guate.com, 2008).

### **2.3.1.12 Propagación de plantas sin semilla.**

La propagación asexual es útil y necesaria pues asegura mantener cultivares que no produzcan semillas viables, como ciertas clases de bananos, higueras, naranjos y vides, entre otras plantas (Hudson, 1999) . .

“El ácido indol-3acético (IAA) se identificó en 1934 como un compuesto de ocurrencia natural que tenía una actividad considerable de auxina y pronto se encontró que promovía la formación de raíces adventicias, por lo cual fue utilizado en la propagación. Esta acción del IAA se demostró originalmente mediante un ensayo biológico, usando epicótilos de chícharo ahilados en un grupo de condiciones estándar; mediante estos ensayos se demostró su utilidad” (Hudson, 1999).

### **2.3.1.13 Sustancias reguladoras del crecimiento**

Son compuestos sintéticos y hormonas vegetales que modifican procesos fisiológicos de las plantas. Regulan el crecimiento imitando a las hormonas e influyendo en la síntesis, destrucción, traslocación o (posiblemente) modificando los sitios de acción de las hormonas. (Hudson, 1999).

Se debe distinguir entre hormonas vegetales y sustancias reguladoras de crecimiento; se puede decir que algunas hormonas regulan el crecimiento, pero no todas las sustancias que regulan el crecimiento son hormonas. Varias clases de reguladores de crecimiento como las auxinas, citokininas, giberelinas, ácido abscisico y etileno influyen en la formación de raíces. Es por ello que las auxinas ejercen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas (Hudson, 1999).

La diferencia entre hormona y regulador de crecimiento radica en su origen; una hormona vegetal es un compuesto orgánico producido por las plantas, el cual en concentraciones bajas regula los procesos fisiológicos vegetales, además, se mueven de un sitio de producción a uno de acción. Los reguladores de crecimiento son compuestos sintéticos u hormonas vegetales que modifican procesos fisiológicos de las plantas, regulan el crecimiento imitando a las hormonas, influyen en la síntesis y traslocación; además, modifican los sitios de acción de las hormonas (Hudson, 1999).

Además de estos grupos, otros materiales de ocurrencia natural que no han sido bien definidos, como varios inhibidores y estimuladores, pueden ejercer una acción menos directa en la iniciación de raíces adventicias (Hudson, 1999).

#### **2.3.1.14 Hormonas vegetales**

Son compuestos orgánicos, diferentes a los nutrientes, producidos por las plantas, los cuales en concentraciones pequeñas regulan los procesos fisiológicos vegetales. Comúnmente en la planta se mueven de un sitio de producción a un sitio de acción (Hudson, 1999).

#### **2.3.1.15 Auxinas**

El término auxina, en griego, significa "*crecer*" y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. El ácido indolacético (IAA) es la forma predominante, sin embargo, evidencias recientes sugieren que existen otras auxinas indólicas naturales en plantas. (Hudson, 1999). La auxina pertenece a un grupo de hormonas vegetales; son sustancias naturales que se generan en las partes meristemáticas de las plantas cuando están en crecimiento activo y regulan diferentes aspectos del desarrollo vegetal. Afectan el crecimiento del tallo, las hojas y las raíces y el desarrollo de ramas laterales y frutos. Las auxinas influyen en el crecimiento de órganos vegetales estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de auxina en el tejido vegetal y su distribución (Hudson, 1999).

### **2.3.1.15.1 Características principales de las auxinas**

Aunque la auxina se encuentra en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo; se le encuentra como molécula libre o en formas conjugadas inactivas. Cuando se encuentra conjugada, la auxina está metabólicamente unida a otros compuestos de bajo peso molecular. Este proceso parece ser reversible. La concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 mg/kg peso fresco. En contraste, la concentración de auxina conjugada, en ocasiones se ha demostrado que es sustancialmente más elevada (Hudson, 1999).

Una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina se transporta por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipétala desde el punto apical de la planta hacia su base. Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo; de esa forma mantiene la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del pecíolo también parece prevenir la abscisión. (Hudson, 1999).

### **2.3.1.15.2 Valorización de las auxinas**

“Los trabajos de Thimann revelaron que en las plantas las auxinas se encuentran en tres formas: una de fácil extracción por métodos de difusión, otra algo más difícil de extraer que requiere el empleo de solventes orgánicos y una tercera forma de auxina cuya extracción requiere métodos enérgicos, como hidrólisis con NaOH o el empleo de enzimas proteolíticas” (Hudson, 1999).

Este es el origen del concepto de auxina ligada, de tal forma que ésta sería la auxina fisiológicamente activa, mientras que la auxina que se extrae por difusión sería el exceso que se encuentra en equilibrio con la auxina combinada. El hecho de que la auxina se encuentra en diferentes formas permite pensar que la auxina en combinaciones puede encontrarse en dos o más formas activas, uniéndose la

molécula de AIA a pépticos de cadena suficientemente larga para hacerla insoluble o asociada formando glucósidos (Hudson, 1999).

### **2.3.1.15.3 Función de las auxinas**

Consiste en el control de la división celular en algunos tejidos, como sucede en el cambium. Si a tallos decapitados de *Coleus* se les aplica AIA, el número de elementos de xilema que se forman es proporcional a la cantidad de AIA aplicado, por lo cual tiene una relación directamente proporcional a la cantidad aplicada (Hudson, 1999).

“El desarrollo de las técnicas de cultivo de tejidos fue posible gracias a la acción de las auxinas sobre la división celular. Así, un trozo de zanahoria colocado en un medio de cultivo sin auxinas sufre unas cuantas divisiones y se muere, pero si se añade AIA a una concentración de  $10^{-6}$ M se dividen las células de forma rápida y puede durar muchos años” (Hudson, 1999).

En algunas ocasiones, es necesaria la presencia de otras hormonas para garantizar una división celular continua (Hudson, 1999).

Sin embargo, llaman la atención los cultivos de tejidos adaptados; estos son cultivos que, tras varias transferencias en un medio con auxinas, se hacen frágiles y semitransparentes y a la vez son capaces de sintetizar su propia auxina (Hudson, 1999).

El proceso de rizogénesis está muy relacionado con la división celular; aplicar auxinas a los esquejes para favorecer el enraizamiento y generar nuevas plantas para su comercio es una práctica normal en horticultura y en viveros (Hudson, 1999).

Hay otros procesos de correlación, como la dominancia apical e inhibición del crecimiento de yemas laterales que inducen el desarrollo del sistema radicular y aéreo, estos procesos inducen el crecimiento de los frutos (biosíntesis de etileno, cuaje y maduración), estimulan la formación de flores, frutos (partenocárpicos en

ocasiones), raíces y semillas; fototropismo o procesos de abscisión o caída de los frutos en que también las auxinas desempeñan un papel importante. (Hudson, 1999).

#### **2.3.1.15.4 Importancia de las auxinas**

El efecto de la auxina sobre las células vegetales consiste en controlar las funciones llamadas tropismos, las cuales tienen un papel importante en las células vegetales.

El **tropismo** es la respuesta de una planta a estímulos externos que inducen el cambio de la dirección de crecimiento; los tropismos consisten en inclinaciones, giros o curvaturas del tallo.

Cuando una planta de interior se coloca en una ventana soleada, parece inclinarse hacia la luz; esta respuesta al estímulo luminoso se llama fototropismo. Se cree que la luz destruye la auxina del tallo y provoca así un desequilibrio, de manera que la concentración de la hormona es mayor en la cara no iluminada. Al recibir más auxina, las células del lado más oscuro se alargan más que las del soleado y hacen que la planta se incline hacia la luz (Hudson, 1999).

El geotropismo consiste en una respuesta de la planta a la gravedad. Esto se puede apreciar cuando una planta en crecimiento se coloca de lado, el tallo tiende a curvarse hacia arriba y las raíces hacia abajo. Como en el caso del fototropismo, esto se debe a un desequilibrio en la distribución de la auxina. Cuando la planta está horizontal, la fuerza de la gravedad hace que la auxina se desplace hacia la parte inferior del tallo. Al contrario que en el tallo, en las raíces la auxina inhibe el alargamiento de las células; por tanto, las de la cara superior se alargan más y la raíz se curva hacia abajo (Hudson, 1999).

El ácido indolacético (la auxina más común) suele formarse cerca de los brotes nuevos, en la parte superior de la planta y fluye hacia abajo para estimular el alargamiento de las hojas recién formadas. Los científicos han obtenido compuestos

químicos, llamados estimulantes del crecimiento, los cuales se basan en las auxinas naturales. Estas son sustancias sintéticas, con diferentes formas de aplicación como aerosol o de polvo, se usan para frenar el brote de los ojos o yemas de las papas (*Solanun Tuberosum*) almacenadas, para destruir las malas hierbas de hoja ancha y para evitar la caída prematura de frutos y pétalos de flores. Las sustancias de crecimiento se usan también para obtener frutos sin emplear semillas, como tomates, higos, sandías y para estimular el crecimiento de las raíces en los esquejes (Hudson, 1999).

### **2.3.1.15.5 Auxinas sintéticas**

Tras el descubrimiento del AIA se pensó que tendría que haber más compuestos con propiedades análogas; muchos investigadores comenzaron a ensayar diferentes moléculas para observar si tenían las propiedades descritas para el AIA, y así se descubrió que el ácido indenoacético, el ácido 2-benzofuranacético, el ácido 3-benzofuranacético, el ácido naftalenacético y una serie de compuestos también son capaces de favorecer el crecimiento de las células (Hudson, 1999).

“Posteriormente se observó que otros compuestos que poseían anillo indólico también resultaban activos como el ácido 3-indolpirúvico, y el ácido indolbutírico derivados del naftaleno como el ácido naftil-1-acético y el ácido naftoxi-2-acético. Por último, el hecho de que algunos ácidos fenoxiacéticos tenían actividad auxínica llevó al descubrimiento del 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) que es muy activo. Luego se desarrolló una amplia gama de moléculas con actividad auxínica, como el ácido 2-metil, 4-cloro fenoxiacético (MCPA) y el ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T), ambos con propiedades herbicidas cuando se emplean en concentraciones elevadas; también fueron utilizados como armas químicas en la guerra de Vietnam” (Hudson, 1999).

### **2.3.1.16 Sustrato**

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, el cual colocado en un contenedor, en

forma pura o mezclada, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, cuyo desempeño es de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en la complejidad de la nutrición mineral de la planta (Cabrera, 1999).

### **2.3.1.17 Características del sustrato ideal**

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores, tales como: el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, entre otros. (Cabrera, 1999).

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, requiere de las siguientes características:

#### **2.3.1.17.1 Propiedades físicas (Cabrera, 1999)**

- Alta capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable que impida la contracción y contracción.

#### **2.3.1.17.2 Propiedades químicas (Cabrera, 1999)**

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, que depende en la fertirrigación aplicada en forma permanente o intermitente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

### **2.3.1.17.3 Propiedades bioquímicas (Cabrera, 1999)**

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

### **2.3.1.17.4 Arena (Cabrera, 1999)**

Las arenas son los sustratos que proporcionan los mejores resultados pues son químicamente inertes; su granulometría más adecuada oscila entre 0.5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava.

Su capacidad de retención del agua es media (20% del peso y más de 35% del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula.

## **2.3.1.18 Material de propagación**

### **2.3.1.18.1 Esquejado o estaquillado**

Éste es un método de multiplicación vegetal que consiste en tomar una porción de la planta; por ejemplo un trozo de tallo, y conseguir que emita raíces para formar un nuevo individuo (Hudson, 1999).

### **2.3.1.18.2 Esqueje semileñoso**

Se obtiene principalmente de arbustos. Si se dispone de un propagador es posible multiplicarlo en cualquier época del año puesto que él permite manipular las condiciones ambientales. Aunque se recomienda reproducirlo a finales de invierno y/o principios de verano. (Hudson, 1999).

El procedimiento consiste en cortar estaquillas de unos 15 cm de longitud aproximadamente y que tengan dos o más nudos. El corte de la base se practica justo por debajo de un nudo, se quitan las hojas inferiores dejando sólo los dos o tres pares del extremo. Así se equilibra la parte verde de la estaca o esqueje porque sigue transpirando (consumiendo agua) y no tiene raíces para tomarla (Hudson, 1999).

### **2.3.1.18.3 Propagador**

Es el área destinada para la propagación o la creación de nuevas plantas, por medio de esquejes o semillas, el cual debe ser capaz de mantener las condiciones adecuadas y homogéneas para la propagación de una nueva planta. Tales condiciones son humedad, temperatura, etc (Perez 1998).

## **2.3.2 Marco referencial**

### **2.3.2.1 Descripción del lugar**

Las condiciones del lugar pueden brindar información necesaria para el manejo de una investigación. En este caso el estudio se realizó en el municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, cuya extensión territorial es de 35 km<sup>2</sup>, se ubica topográficamente a 14°, 30", 00" latitud sur y 90°, 30", 42" longitud oeste. Sus límites o colindancias son: al norte con el municipio de Guatemala, al oriente con el municipio de Villa Canales, al sur con el municipio de Amatitlán y al poniente con el municipio de Villa Nueva.

### **2.3.2.2 Condiciones climatológicas**

#### **2.3.2.2.1 Luz**

La shefflera necesita recibir al menos dos o tres horas de la luz del día, en forma indirecta. Conviene alejarla de radiadores y corrientes de aire (InfoJardín, 2007).

#### **2.3.2.2.2 Temperatura**

La mínima temperatura debe ser de 15 °C, y la máxima de 21 °C. En climas sin heladas o heladas ligeras (-2 °C durante pocas horas) puede vivir todo el año al aire libre (InfoJardín, 2007).

#### **2.3.2.2.3 Humedad**

Agradece la humedad alta en el aire (crece más y tiene mejor color), pero soporta la sequedad y el aire viciado (InfoJardín, 2007).

### **2.3.2.3 Condiciones del vivero**

El vivero está a cargo del Departamento de Áreas Verdes de la Municipalidad de San Miguel Petapa. El personal que labora en dicho vivero está capacitado para realizar la reproducción de plantas y darle mantenimiento a las instalaciones.

El vivero cuenta con un umbráculo de 4 x 8 metros, elaborado a base de sarán; su altura es de 2.5 m. Cuenta con un invernadero de 6 metros de ancho por 15 de largo, protegido por un filtro ultra solar; dispone de un sistema de riego por aspersión para satisfacer las necesidades del cultivo.

## 2.4 OBJETIVOS

### 2.4.1 General

- Evaluar el efecto de diferentes tamaños de esquejes y concentraciones de ácido indolbutírico, para determinar qué combinación permite obtener el mayor número de nuevas plantas.

### 2.4.2 Específicos

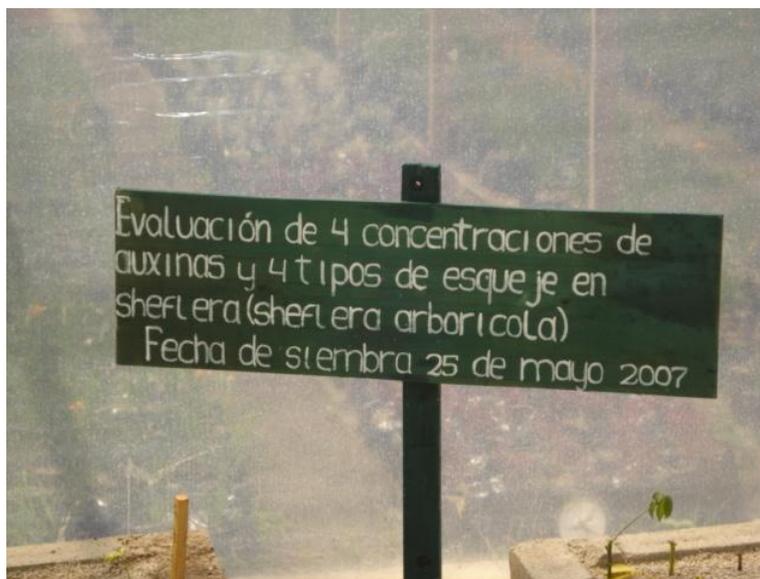
- Determinar el número de yemas por esquejes, que induzcan el mayor número de yemas viables.
- Determinar la concentración de auxina que proporcione mayor número de brotes y mejor vigorosidad de la planta.
- Determinar qué combinación de factores proporciona mayor cantidad de plantas.

## 2.5 HIPÓTESIS

- *Existe un efecto de la concentración de ácido indolbutírico sobre el número de yemas por estaca de sheflera para su propagación masiva.*
  
- *No existe efecto alguno sobre el número de yemas por estacas para la propagación masiva de sheflera.*

## 2.6 METODOLOGÍA

El montaje del experimento se realizó en el propagador del vivero municipal de San Miguel Petapa, que posee un área de 6 x 8 metros; está construido de madera y plástico con el propósito de obtener más calor por medio de la radiación solar. Se registró una temperatura promedio de 32 °C, la cual es favorable para la reproducción de los esquejes.



**Figura 17** Identificación del experimento.

La siembra y montaje del ensayo, se realizó en bancales de block tipo U de 0.5x6x0.20 metros, los cuales fueron divididos a cada 0.5 m para separar las unidades experimentales. Dichas unidades contenían arena blanca cernida, previamente desinfectada mediante la utilización del método físico de aplicación de agua caliente. Adicionalmente, los esquejes fueron sumergidos durante cinco minutos en una solución fungicida a base de Captan (carboximídico 3%).

Los esquejes se sembraron a una distancia de 10x10 centímetros y se dejó el margen de 10 cm entre los bordes del propagador.



**Figura 18** Siembra de los tratamientos.

## 2.6.1 Factores

### 2.6.1.1 Esqueje

Se utilizó un esqueje de un centímetro de diámetro; sin importar de qué parte se obtuviera el material vegetativo (del ápice u otra parte del tallo de la planta), siempre que cumpliera con el diámetro y el número de yemas estipulado. Es necesario mencionar que la longitud del esqueje no fue un elemento de importancia, únicamente los dos mencionados. Con base en los tratamientos se logró mayor aprovechamiento del material vegetativo pues no se usó sólo la parte apical como suele utilizarse (Alemán, 2007).

Las plantas madres se extrajeron del jardín clonal de la Escuela de Nacional Agricultura ENCA y de plantas ubicadas en algunos jardines del municipio de San Miguel Petapa. El patrón para seleccionarlas establecía que fueran plantas adultas, cuya altura mínima fuera de un metro, sanas, es decir, sin algún tipo de plaga y sin alguna clase de estrés aparente, causado por fitopatógenos, por sequía u otro. (Alemán, 2007).

Se tomaron tallos apicales no floreados, con un grado intermedio de lignificación. La recolección del material se realizó en horas de la mañana para evitar déficit hídrico y estrés en los tejidos recolectados.

Para su transporte se utilizó una hielera y algunos recipientes plásticos, los cuales contenían agua fría; no se utilizó hielo, debido a que el cambio brusco de temperatura causaría estrés en las plantas (Aleman, 2007).

Para la extracción del material se practicaron cortes de ramas obtenidas en un jardín clonal; la medida de cada corte fue de unos 30 a 40 cm, para evitar que se marchitaran en el transporte. Si se hubiesen realizado cortes para generar los diferentes esquejes con su determinado número de yemas, estos podrían marchitarse a causa del pequeño tamaño; razón por la cual los esquejes se realizaron en el punto de la propagación. Para la preparación de los esquejes se cortaron justo debajo del nudo, además, se les eliminó el 75% del follaje para evitar la marchitez por respiración. Cada tratamiento se aplicó en función del número de yemas que poseía el esqueje, que fue de dos, cuatro, seis y ocho yemas. Luego se clasificaron en bandejas de fibra de vidrio las cuales contenían agua fresca; se colocaron en la sombra para evitar deshidratación. Esta clasificación evitó confundir los esquejes (Aleman, 2007).

Posteriormente se impregnó 1 cm de su base con la hormona líquida previamente preparada, y se les dejó reposar durante 20 minutos en recipientes plásticos con capacidad de medio galón, en cuyo fondo contenían diferentes concentraciones de la auxina (Ver fotografía 3).



**Figura 19** plicación de la hormona.

### **2.6.1.2 Auxinas**

Se utilizó el regulador de crecimiento tipo auxina: ácido indolbutírico (AIB) en diferentes concentraciones de 1000, 5000, 10000 y 15000 ppm. Se seleccionaron estas concentraciones debido a que el rango comercial utilizado es de 3000 ppm; que, según investigaciones de las casas comerciales es con el que han obtenido los mejores resultados. Por esa razón se evaluaron cantidades por debajo y arriba de lo procesado. (Sitún, 2007).

### **2.6.1.3 Preparación de la auxina**

La formulación de las preparaciones hormonales se realizaron de forma líquida. Para ello se efectuaron diferentes concentraciones de la formulación, mediante la dilución de la hormona con etanol y aforrándola con agua.

Para satisfacer el requerimiento de los esquejes se prepararon 200 ml de cada concentración que conforman los tratamientos.

Fue necesario calcular el ácido indolbutírico (IBA) por utilizar, el cual viene en presentación en polvo a una concentración del 99%.

Este procedimiento se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía en la Universidad de San Carlos de Guatemala, institución que brindó su apoyo al permitir usar el equipo para realizar estas diluciones.

### **2.6.1.4 Tratamientos**

Se utilizaron 16 tratamientos producto de la combinación de dos factores, puesto que se trataba de un ordenamiento bifactorial, conformado por el factor A: que consta de cuatro concentraciones del ácido indolbutírico y el factor B que consta de cuatro tipos de esquejes. (Figura 2. Aplicación de la hormona).

Factores:

A = Concentraciones de la hormona.

B = Tipos de esquejes, en función del número de yemas vegetativas que presente el vástago o esqueje.

**Cuadro 4** Diferentes tratamientos de IBA utilizados para determinar la respuesta de la sheflera al enraizamiento.

<b>Concentraciones de la hormona (ppm)</b>	<b>Número de yemas vegetativas en el esqueje</b>	<b>Tratamientos</b>
1000	2	T1
	4	T2
	6	T3
	8	T4
5000	2	T5
	4	T6
	6	T7
	8	T8
10000	2	T9
	4	T10
	6	T11
	8	T12
15000	2	T13
	4	T14
	6	T15
	8	T16

Del procedimiento anterior surgieron los 16 tratamientos producto de las combinaciones de cuatro hormonas y cuatro tipos de esquejes:

Hormonas x 4 tipos de esquejes = 16 tratamientos

## 2.6.2 Unidad experimental

Para incrementar la precisión y reducir el error en los experimentos es importante el tamaño de la unidad experimental. (Sitún, 2007)

Se estableció una unidad experimental conformada por 12 esquejes los cuales se sembraron a una distancia de 10 x 10 cm.

Se determinó esa distancia con el propósito de darle un margen adecuado a la zona radicular y evitar que las raíces se unan y generen confusión al momento de registrar los datos.



**Figura 20** . Distribución de los tratamientos y repeticiones.

Se aplicaron 16 tratamientos con cuatro repeticiones que dieron un total de 64 unidades experimentales que representan un total 768 esquejes.

### **2.6.3 Unidad de muestreo**

Como unidad de muestreo se consideraron ocho esquejes, parámetro establecido por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA, con base en su experiencia en este tipo de investigaciones. (Sitún, 2007)

Debido a la naturaleza de los tratamientos y al comportamiento de los esquejes, se optó por tomar 12 esquejes de cada unidad de muestreo. Aunque representó una tarea más prolongada, garantizó mayor número de datos, lo cual aumentó la seguridad acerca de ellos. (Sitún, 2007).

### **2.6.4 Manejo**

Se practicó riego por aspersión, cuatro veces al día. Se aplicaba una cantidad uniforme durante cinco minutos, mediante una lámina de agua de 10 centímetros cúbicos. No se realizó fertilización debido a que esta práctica no se efectúa en propagación de esquejes.

Los esquejes se trataron únicamente con el fungicida llamado *Captan* y se utilizó la dosis recomendada en el panfleto.

Gracias a las condiciones del propagador no se presentaron problemas de plagas y sólo se realizaron tres desmalezados en el transcurso de los dos meses que los esquejes permanecieron en el lugar. (Melgares, 2007).

#### **2.6.4.1 Riego**

El riego se realizó diariamente, asegurándose de que se aplicara a todas las áreas, es decir, al área de propagadores y plantas que se encuentran a la intemperie. Se exceptuó el área del umbráculo, donde se riega con intervalo de un día, debido a que ésta es un área sombreada donde se reduce la evapotranspiración de las plantas.

En el manejo del experimento se utilizaron micro aspersores que se encendían tres veces al día durante 10 minutos: a las 8:00 am, 11:00 am y 3:00 pm para evitar la deshidratación de los esquejes.

#### **2.6.4.2 Sombra**

El vivero cuenta con diferentes condiciones de sombra, principalmente el umbráculo que es un área especial para plantas de sombra; las plantas ubicadas a la intemperie están en un área soleada. En el propagador se tiene una pequeña capa de sarán para reducir la evapotranspiración de los esquejes. Durante la primera semana del experimento se utilizó un sarán para evitar la deshidratación de los esquejes, luego éste se eliminó para dejar los esquejes únicamente con la protección del filtro que posee el plástico.

#### **2.6.5 Colecta de datos**

La recolección de datos se realizó a los 60 días; período que se consideró adecuado para observar la evolución del proceso. Los esquejes se encontraron enraizados; contaban con un mes de crecimiento radicular y de la parte aérea. Para determinar si existían raíces se practicaba una inspección; esto se hacía en una parcela de prueba con 12 esquejes.



Figura 21. **Extracción de los esquejes.**

### **2.6.6 Variables cuantitativas continuas**

Para la obtención de la altura promedio de brotes de esquejes, inicialmente fue necesario definir la porción del brote que se mediría; se estableció que se tomarían únicamente los nuevos brotes generados a partir de la siembra de los vástagos. Estos se medirían de la base del esqueje, es decir, desde el origen hasta el final del nuevo brote.

Para tomar las medidas se utilizó una regla graduada de 30 cm; evitando lastimar los nuevos brotes.

La medición de las variables en función del peso en fresco y seco de las raíces de los esquejes se realizó con base en una metodología práctica que redujera el tiempo de manipuleo de las raíces para evitar pérdidas por deshidratación.

Esta labor se iniciaba aflojando el sustrato mediante la ayuda de una pala manual o escardilla de jardinería para extraer el esqueje con facilidad y evitar el rompimiento de las raíces. El siguiente paso fue remover el sustrato de las estacas; esto se realizaba con extremo cuidado para disminuir la posibilidad de rompimiento de raíces; las cuales se procedía a lavar con agua; utilizando una pizeta o sumergiéndolas en recipientes plásticos (que contenían agua), para eliminar la arena adherida a las raíces. Posteriormente, con navaja de injertar, se practicaba un corte en la base del tallo, donde finaliza la raíz.

Después se almacenaban en bolsas de papel identificadas con el número de tratamiento y repetición. Las bolsas clasificadas de acuerdo con los tratamientos y repeticiones se llevaban al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía, en la Universidad San Carlos de Guatemala.



**Figura 22** Identificación de las muestras.

En dicho laboratorio, después de obtener la tara de la bolsa de papel, los esquejes se pesaban en una balanza analítica, luego se medían los pesos, se cuantificaban y se anotaba en la libreta de campo.



**Figura 23** Fase de gabinete del estudio.

Finalizado este proceso se secaban al horno a 70 grados centígrados, durante 24 horas. Al día siguiente se procedía a pesar nuevamente las bolsas y se obtenía el peso seco.



**Figura 24** Muestras de material vegetativo al horno.

### **2.6.7 Variables discretas**

Las variables discontinuas en el caso de esquejes enraizados, vivos o muertos, se cuantificaron mediante una tabla en la cual se anotaba el número de esquejes; luego, mediante cálculos, se obtenía el porcentaje de estacas vivas (variable no continua). (Sitún, 2007).

Se cuantificó el número de esquejes pegados; para ello se consideró pegado el que presentara raíces y brotes en buen estado, lo cual significaba no mostrar pudrición en las raíces, manchas foliares o marchitez en los brotes nuevos. Estos se cuantificaban en la libreta de campo según su número de tratamiento y repetición.

### **2.6.7.1 Número de raíces**

La variable número de raíces no fue considerada debido a que requiere demasiado manipuleo de las raíces, lo cual les puede causar desprendimiento y deshidratación. Esto afectaría las variables de peso de raíces, por ello únicamente se tomó el peso, dato que orientaba acerca de la cantidad de raíces que poseían los esquejes.

### **2.6.8 Variables cualitativas**

La coloración de los esquejes se estableció mediante un parámetro basado en que el brote mostrara una coloración similar a la de una planta pegada y sana. Los brotes debían ser vigorosos y de coloración fresca, con tonos de verdes encendidos como el brote producto de una planta pegada.

Para tener control más exacto se fotografiaban los tratamientos y se registraban en la libreta de campo.

### **2.6.9 Diseño experimental**

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, el cual se emplea en áreas con condiciones uniformes, como invernaderos o laboratorios propagadores, donde no intervengan variables ajenas a las previstas dentro del invernadero. Además, debido al uso de hormonas y al tipo de esqueje, fue necesario un arreglo bifactorial, porque son dos factores con arreglo completamente al azar y condiciones uniformes. (Sitún, 2007).

### **2.6.10 Modelo estadístico**

$$Y_{ij} = U + A_i + B_j + A_iB_j + E_{ij}$$

La fórmula anterior significa que la variable respuesta está en función de la medida general (U) del efecto del i-ésimo nivel del factor A, del efecto del i-ésimo nivel del factor B, de la posible interacción de los factores A y B y del error experimental asociado a la i-j ésima unidad experimental. (Sitún, 2007 )

### **2.6.11 Análisis de datos**

Para la evaluación de la propagación de shefflera se realizó un análisis de varianza, utilizando diferentes concentraciones de hormonas y tipos de esquejes, actividad en la que fue muy útil el paquete estadístico. (Sitún, 2007)

### **2.6.12 Prueba múltiple de media**

Esta prueba se realizó puesto que el análisis de varianza declaró significancia entre los tratamientos. (Sitún, 2007).

Se utilizó la prueba de Tukey, que se adapta mejor a las condiciones de esta investigación, pues permite una comparación entre las medias de todos los tratamientos. En este caso no se utilizó testigo; se pretende identificar cuál es el mejor de todos los tratamientos.

Ésta es una de las pruebas más confiables que existen, pues para declarar significancia exige altas diferencias entre las medias.

Todas las pruebas de medias permiten establecer una comparación entre ellas, lo importante es saber qué tan rígida se quiere que sea la prueba.

## **2.7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **2.7.1 Generalidades**

En términos generales los resultados mostraron una relación inversamente proporcional entre la concentración de la auxina utilizada y algunas de las variables analizadas. Por ejemplo el número de brotes en función de la concentración indicó que a menor concentración se obtuvo mayor número de brotes. Este comportamiento se puede ver en todas las variables, como se observa en la tabla 12 donde sin necesidad de una regresión es evidente el comportamiento mencionado.

Además, se determinó que no existió diferencia significativa entre el número de repeticiones y las variables. Posiblemente esto se debió al tamaño del experimento.

Otros datos que llaman la atención son los coeficientes de variación que en algunas variables son altos, debido a la naturaleza de los datos.

A continuación se muestran los resultados de un análisis estadístico en el cual se evaluaron las variables descritas

### **2.7.2 Variable largo de raíces de sheflera**

Ésta constituyó la variable dependiente y mostró significancia con un nivel de confiabilidad o un alfa del 5%.

Mostró un coeficiente de variación elevado, como lo muestra el cuadro No. 2 el cual corresponde a 55.50%; esto se debió a la naturaleza de los datos que presentan cierta tendencia a variar, según las condiciones en que se encuentre. (Sitún, 2007)

La variable largo de raíces de sheflera no mostró alta significancia en cuanto a la concentración utilizada. Esto indica que determinada concentración puede influir en el largo de las raíces. En la interacción de concentración con el número de yemas no se encontró significancia, lo cual indica que en este caso no influyó en el largo de raíces.

**Cuadro 5** Análisis de la variable largo de raíces en esquejes de sheflera.

Fuente	Suma de cuadrados	Media al cuadrado	Valor de F calculado	Valor de F tabulado	Coficiente de variación
Modelo	165.44737344	11.02982490	2.08	0.0284*	55.50
Error	254.96627500	5.31179740			

\* Existe significancia estadística.

La variable largo de raíces en función de la concentración presentó mejor resultado en la concentración de 1000 ppm, seguido de la concentración de 5000 ppm y 10000 ppm. La concentración más alta corresponde a 15000 ppm esto se aprecia mejor en el cuadro número 4.

**Cuadro 6** Clasificación de las medias largo de raíces de dheflera.

Media	Calificación	Tratamiento
7.038	A	1
6.198	AB	2
5.643	AB	6
5.495	AB	12

El esqueje con cuatro, dos, ocho y seis yemas muestran la misma tendencia, esto indica que para la variable largo de raíces es indiferente el número de yemas utilizadas, sin embargo, el orden de los resultados coloca la utilización de cuatro yemas en una posición inicial como lo indica la tabla anterior.

### 2.7.3 Variable media de número de brotes de sheflera

Esta variable mostró alta significancia con nivel de confiabilidad del 5% y coeficiente de variabilidad del 58.22%. Este resultado se explica por la naturaleza de los datos y se puede apreciar en el cuadro No. 5.

**Cuadro 7.** Media del número de brotes de los esquejes de sheflera.

Fuente	Suma de cuadrados	Media al cuadrado	Valor de F calculado	Valor de F tabulado	Coefficiente de variación
Modelo	11919.00000000	794.60000000	16.28	0.0001**	58.22162
Error	2343.00000000	48.81250000			

\*\* Alta significancia estadística.

No existió significancia en el número de repeticiones, pero sí se encontró alta significancia en cuanto al número de yemas y la concentración utilizada. Esto indica que determinada concentración de auxina, causa un efecto en el número de yemas y genera alta significancia en esta variable.

El resultado del número de brotes en función de la concentración mostró la misma tendencia que la variable anterior y dejó en primera posición la concentración de 1000 ppm; en seguida la de 5000 ppm. Se dejaron por último las concentraciones más elevadas. Esto se pudo observar según la posición de las medias.

**Cuadro 8** Clasificación de las medias de número de brotes de sheflera.

Media	Calificación	Tratamiento
44.250	A	2
37.750	AB	4
26.750	ABC	8
25.750	BC	3

En esta variable la utilización de ocho y cuatro yemas son las que ofrecen mejores resultados; por último la utilización de seis y ocho yemas como se aprecia en el cuadro No. 6.

#### 2.7.4 Media de crecimiento de los brotes en centímetros

Esta variable mostró alto coeficiente de variación, correspondiente a un 43.46%. Este dato es más bajo comparado con las variables anteriores. La variable mostró alta significancia con un nivel de confiabilidad del 5%.

**Cuadro 9** Media de crecimiento de los brotes de sheflera.

Fuente	Suma de cuadrados	Media al cuadrado	Valor de F calculado	Valor de F tabulado	Coefficiente de variación
Modelo	13.51229844	0.90081990	3.05	0.0017*	43.46336
Error	14.19987500	0.29583073			

\* Existe significancia estadística.

En las variables repeticiones y número de yemas no se encontró significancia, pero sí en la variable concentración, así como en la interacción de los factores concentración y número de yemas; esto indica que sí influye en la media de crecimiento de los brotes.

En esta variable se mantiene la misma tendencia que en las anteriores puesto que la concentración más baja, la de 1000 ppm presentó mejores resultados y dejó en segunda posición la concentración de 10000 ppm.

**Cuadro 10** Clasificación de las medias de crecimiento de brotes o yemas de sheflera.

Media	Calificación	Tratamiento
2.0275	A	12
1.9225	A	2
1.650	AB	7
1.6425	AB	8

En ésta, al igual que en la variable largo de raíces, es indiferente la utilización de determinado número de yemas, pues todas muestran el mismo resultado; sin embargo, la utilización del mayor número de yemas o brotes ocupa las primeras casillas como se muestra en el cuadro No. 8.

### 2.7.5 Peso fresco

La variable peso fresco mostró significancia y un coeficiente de variación de 73.56%.

**Cuadro 11** . Peso fresco de brotes de sheflera.

Fuente	Suma de cuadrados	Media al cuadrado	Valor de F calculado	Valor de F tabulado	Coeficiente de variación
Modelo	1614.21186094	107.61412406	4.85	0.0001*	73.56326
Error	1064.94187500	22.18628906			

\* Existe significancia estadística.

Se determinó que no existe significancia en el número de repeticiones, pero sí existió alta significancia en la concentración utilizada, así como en el número de yemas y en la interacción de concentración con número de yemas.

Nuevamente la menor concentración del ácido indolbutírico es la que presentó mejor resultado, en seguida, la concentración de 5000 ppm.

Es evidente la tendencia mostrada por el factor concentración, que en todas las variables mostró que la menor concentración produce mejor resultado. Es decir, indica que no se necesitan altas concentraciones para la propagación de la sheflera (*Shefflera arboricola*); también se puede deber al efecto del ácido, o a una elevada concentración, la cual produce estrés en la parte basal del esqueje. La variable número de yemas mostró la siguiente tendencia.

**Cuadro 12.** Clasificación de las medias de peso fresco de los brotes de sheflera.

Media	Calificación	Tratamiento
21.870	A	2
11.098	AB	4
10.240	AB	1
8.045	B	12

Se encontró la misma tendencia que en la variable número de brotes; quedó en primera posición la utilización de ocho y cuatro yemas por esqueje.

### 2.7.6 Peso seco de los brotes de sheflera

En esta variable se encontró alta significancia y alto coeficiente de variación: 96.04.

**Cuadro 13** Peso seco de los brotes de sheflera

Fuente	Suma de cuadrados	Media al cuadrado	Valor de F calculado	Valor de F tabulado	Coeficiente de variación
Modelo	115.60127344	7.70675156	5.52	0.0001*	96.04373
Error	66.96982500	1.39520469			

\* Existe significancia estadística.

En las repeticiones no se encontró diferencia significativa, pero en el número de yemas sí, mientras que en la variable concentración se encontró alta significancia y en la interacción de las variables concentración y número de yemas del arreglo bifactorial se encontró alta significancia.

En esta variable se mantuvo la misma tendencia: la concentración de 1000 ppm es la que presenta mejor resultado, seguidamente la concentración de 5000 ppm.

**Cuadro 14** Clasificación de las medias de peso seco de los brotes de sheflera.

Media	Calificación	Tratamiento
5.60	A	2
2.63	AB	8
1.8050	B	12
1.735	B	5

Esta variable muestra la misma tendencia que la variable de peso fresco, es decir, indica que ocho y cuatro yemas son iguales y producen los mismos resultados. El comportamiento en el factor número de yemas mostró una tendencia en la cual las variables: largo de raíces y media de brotes es indiferente el número de yemas. En el resto de las variables la utilización de cuatro y ocho yemas muestra los mejores resultados como el caso de las variables número de brotes peso fresco y seco. También se evidenció que no existe diferencia si se utilizan cuatro u ocho brotes aunque la utilización de cuatro brotes aparecía como la primera opción en los resultados según el cuadro anterior.

Estos resultados indican que la mejor opción en cuanto al número de yemas es la de utilizar cuatro, pues aunque el uso de ocho yemas produce el mismo efecto, al pensar en la disponibilidad del material vegetativo se nota que si se utilizan ocho yemas se desperdician cuatro yemas que ofrecen el mismo resultado.

La utilización de dos yemas no es factible debido al reducido tamaño del esqueje, el cual en el campo enfrenta problemas de pudrición debido a su cercanía al suelo; además, la introducción de humedad puede afectar el meristemo apical del esqueje. El uso de seis brotes mostró que puede funcionar, pero en algunas variables no existe equilibrio en su comportamiento, además, se desperdiciaría material vegetativo; al utilizar cuatro se obtienen resultados satisfactorios. Es evidente que el mejor tratamiento es el que posee la concentración más baja de la auxina que corresponde a mil partes por millón y la utilización de cuatro yemas por esqueje; de manera que el mejor resultado lo ofrece la opción del tratamiento dos.

**Cuadro 15** Clasificaciones de los tratamientos en función de sus resultados.

Tratamiento	Concentración partes por millón	Número de yemas
T2	1000	4
T1	1000	2
T3	1000	6
T4	1000	8
T6	5000	4
T5	5000	2
T7	5000	6
T8	5000	8
T10	10000	4
T9	10000	2
T11	10000	6
T12	10000	8
T13	15000	2
T14	15000	4
T15	15000	6
T16	15000	8

El cuadro No. 13 muestra que la opción de 1000 ppm y la utilización de cuatro yemas muestra mejor resultado; esto se puede comprobar aun sin practicar un análisis de regresión.

### **2.7.7 Coeficientes de variación**

Son notorios los elevados coeficientes de variación observados en las variables peso fresco y seco; esto se debió a la naturaleza de los datos y al tipo de variables que se midieron, pues estas pueden mostrar conductas que no son uniformes, sin importar la calidad con que se maneje el experimento.

## **2.8 Uso potencial de los resultados**

El uso potencial de estos resultados está en función de la necesidad que se tenga para la propagación de esta planta. Puede ser con carácter de explotación masiva, para su uso en ornamentación y jardinería de grandes áreas, tal es el caso de la municipalidad de San Miguel Petapa. O bien para la comercialización o exportación, en cuyo caso se procura obtener buen tamaño y calidad.

Estos resultados muestran que para la obtención de plantas en condiciones masivas es necesario utilizar vástagos de dos yemas y una baja concentración de auxina (1000 ppm), para optimizar el material vegetativo. Este aspecto responde al propósito de esta investigación, pero se tiene la limitante de que las plantas tardan en alcanzar una altura visible y es más difícil comercializarlas debido a su tamaño reducido.

Si se utilizaran vástagos de cuatro esquejes se obtendrían plántulas más grandes en menos tiempo pero se necesitaría mayor cantidad de material vegetativo. Esta opción se adaptaría para producir plantas con propósitos comerciales; porque éstas tienen mejor precio por su volumen y no por su cantidad. Además, se utilizaría la misma concentración de auxina (1000 ppm), con ello se reducen los costos generados por la utilización de auxina pues se comprobó que el uso de la menor concentración presentó mejores resultados.

## 2.9 CONCLUSIONES

- La utilización de una concentración de 1,000 partes por millón de ácido indolbutírico (IBA) y un esqueje de cuatro yemas, dio el mejor resultado para la producción masiva de sheflera.
- Existe una relación inversamente proporcional entre la concentración utilizada y el número de yemas.
- De las cuatro concentraciones evaluadas, la de 1000 ppm de ácido indolbutírico (IBA) es la mejor opción para la propagación de sheflera, aunque ésta es la más baja de las evaluadas. La razón es que si se usa una concentración mayor es probable que cause un efecto de fitotoxidad en el esqueje y la concentración más baja proporciona mejor resultado.
- La opción más factible para la propagación de sheflera es utilizar un esqueje con cuatro yemas, puesto que el material vegetativo se aprovecha mejor y se evita desperdiciarlo. Si se usan más de cuatro yemas, el esqueje puede padecer marchitez al necesitar mayor cantidad de agua.
- El manejo del agua es importante pues evita problemas a causa de hongos, ya que es una planta susceptible a contraer plagas de esta clase.
- La utilización de un ambiente controlado, como un invernadero o propagador, permite uniformidad en los resultados debido a la calidad del manejo proporcionado.

## 2.10 RECOMENDACIONES

- En el enraizamiento de shefflera es importante tener en cuenta con qué propósito se producirá esta planta; en el presente estudio se pretendía la propagación en condiciones masivas para su explotación y comercio.

En este caso es conveniente utilizar un esqueje con cuatro yemas, que proporciona resultados satisfactorios porque se mantiene el equilibrio necesario. Si se utiliza menor cantidad (dos yemas), es posible que los esquejes sufran pudrición debido a su cercanía con el sustrato húmedo; además, puede dar lugar a la penetración de hongos. Si por el contrario, se utiliza mayor cantidad de yemas (seis u ocho), se desperdicia material vegetativo. Si se utilizan ocho yemas por ejemplo, se desaprovechan cuatro que podrían generar otra planta.

Si se busca una planta de buena calidad, de tamaño más vistoso y obtenerla en menos tiempo, se recomienda la opción de utilizar esquejes de seis u ocho yemas, pues se reproducen y se comportan de forma similar a los de cuatro yemas, pero se obtiene una planta de mayor tamaño en menos tiempo.

- Es importante la limpieza de los canteros porque evita que los esquejes entren en competencia por el agua y el espacio con las malezas, además, al extraer las malezas, se evitan daños en las raíces de los esquejes.

## 2.11 BIBLIOGRAFÍA

1. Alemán, M. 2007. Propagación de shefflera (entrevista). Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura.
2. Árbolesornamentales.com. 2006. Araliáceas (en línea). México. Consultado 5 oct 2007. Disponible en <http://www.arbolesornamentales.com/Araliaceae.htm>
3. Cabrera, RI. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta (en línea). Revista Chapingo - Serie Horticultura 5(1):5-11. Consultado 12 jun 2008. Disponible en: <http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Menhort02/Ponencia06.pdf>
4. DeGuate.com.gt. 2008. Viveros en Guatemala (en línea). Consultado 10 ago 2008. Disponible en: [www.deguate.com/directorios/categorias/viveros.shtml](http://www.deguate.com/directorios/categorias/viveros.shtml)
5. Hudson, T; Dale, E. 1999. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad. Antonio M. México, CECASA. 456 p.
6. Infojardin.com. 2007. *Shefflera arborícola* (en línea). Consultado ene 2008. Disponible en: [http://articulos.infojardin.com/plantas\\_de\\_interior/Fichas/shefflera-schefflera-actinophylla.htm](http://articulos.infojardin.com/plantas_de_interior/Fichas/shefflera-schefflera-actinophylla.htm)
7. Irie.com. 2006. *Shefflera arborícola* (en línea). México. Consultado 5 oct 2007. Disponible en <http://www.irie.com.ar/fotos/plantas/shefflera.htm>
8. Melgares de Aguilar, J; Bañón, S; Martínez, J; Fernández, JA; Balenzategui, L. 2003. Influencia de diferentes temperaturas de sustrato y concentraciones de ácido indolbutírico en el esquejado de *Coriaria myrtifolia* (en línea). Actas de Horticultura 39:522-524. Consultado 12 mar 2007. Disponible en: [www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX](http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX)
9. Pérez, JM. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Sevilla, España, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. XX p.
10. Situn, M. 2007. Investigación agrícola (entrevista). Bárcenas, Villa Nueva, Escuela Nacional Central de Agricultura, ENCA.
11. Sosof, J. 2005. Cultivo de flores para exportación. Revista Agricultura no. 72:15-17.

## 2.12 ANEXO

Cuadro 16 Largo de las raíces

LARGO DE RAÍCES (cm)												PROMEDIO POR REPETICIÓN (cm)	PROMEDIO POR TRATAMIENTO (cm)	
T1, Tallos cortos pero gruesos	R1	0	3	6									3	
	R2	8	3.5	15	6.5	5.5	8						7.75	
	R3	0	7	6.5	11	5.5	14	12					8	
	R4	13	0	0	8	26							9.4	
PROMEDIO (cm)		5.25	3.375	6.875	8.5	12.33	11	12					7.0375	8.476190476
T2	R1	0	5	4.5	6	28.5	0	4	1	4.5	2		5.55	
	R2	0	0	0	13	12	7	8	10				6.25	
	R3	5	3.7	4	4.3	30	4.5	1	8	4	11.5		7.6	
	R4	5	7	0	6.5	3	5.5	6	0	15.5			5.388888889	
PROMEDIO (cm)		2.5	3.925	2.125	7.45	18.38	4.25	4.75	4.75	8	6.75		6.197222222	6.2875
T3	R1	11	2.8	5	2.5	11	0						5.383333333	
	R2	0	0	0	6	6							2.4	
	R3	4.5	7	4.5	0	7							4.6	
	R4	1	0	7	2.5	0	12	2	2.5				3.375	
PROMEDIO (cm)		4.125	2.45	4.125	2.75	6	6	2	2.5				3.939583333	3.74375
T4, muchas plantas vivas pero sin raíces	R1	16	7	1.7	14	2	0	0	0				5.0875	
	R2	6	7.5	11	0	0	0	0	0				3.0625	
	R3	13	4	5	7	5	0	0					4.857142857	
	R4	7	7	10	19	6	0	0	0	0	0		4.9	

Continuación cuadro 16

T5	R1	6.2	9	2								5.733333333	
	R2	0										0	
	R3	6.5	0	6								4.166666667	
	R4	3	6									4.5	
PROMEDIO (cm)		3.925	5	4								3.6	4.308333333
T6	R1	20	6	6	19	10	3	0				9.142857143	
	R2	5	7.5	14								8.833333333	
	R3	1										1	
	R4	0	5	4.6								3.2	
PROMEDIO (cm)		6.5	6.167	8.2	19	10	3	0				5.544047619	7.552380952
T7	R1	0	8	2	3							3.25	
	R2	0	8	1.5								3.166666667	
	R3	4	4.5	9								5.833333333	
	R4	8	15.5	5	7.5	10.5	10.3					9.466666667	
PROMEDIO (cm)		3	9	4.375	5.25	10.5	10.3					5.429166667	7.070833333
T8, raíces redondas	R1	0	0	0	6	2.5	5.5					2.333333333	
	R2	9	0	0								3	
	R3	0	0									0	
	R4	10	4.5	0	0	1	2	6				3.357142857	
PROMEDIO (cm)		4.75	1.125	0	3	1.75	3.75	6				2.172619048	2.910714286
T9	R1	0	0	12	19	3	21	4				8.428571429	
	R2												
	R3	4.5										4.5	
	R4	2	2									2	
PROMEDIO (cm)		2.167	1	12	19	3	21	4				4.976190476	8.880952381



Continuación cuadro 16

PROMEDIO (cm)		1.667	3.5	2	1	0.5								2.316666667	1.733333333
T15	R1	13.5	0	3.5										5.666666667	
	R2														
	R3	0	0	5.5	4.5									2.5	
	R4	9.5	4	3.5	0									4.25	
PROMEDIO (cm)		7.667	1.333	4.167	2.25									4.138888889	3.854166667
T16	R1	0	11.5	0	0	4								3.1	
	R2	0	0	2	4.5									1.625	
	R3	7	0	6										4.333333333	
	R4	0	0											0	
PROMEDIO (cm)		1.75	2.875	2.667	2.25	4								2.264583333	2.708333333

## 2.12.1 Análisis Estadístico Corrida de datos

NOMBRE DE LAS VARIABLES:

REP = Repeticiones  
 CONCEN = Concentraciones  
 YEMAS = yemas  
 LARORA = largo de raíces  
 BROTES = numero de brotes  
 MBROTES = media de brotes  
 PESOFR = Peso fresco  
 PESOSE = Peso seco

Class Levels Values  
 REP 4 1 2 3 4  
 CONCEN 4 1000 5000 10000 15000  
 YEMAS 4 2 4 6 8  
 Number of observations in data set = 64

Dependent Variable: LARORA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	222.42101250	12.35672292	1.98	0.0323
Error	45	280.56958125	6.23487958		
Corrected Total	63	502.99059375			

R-Square	C.V.	Root MSE	LARORA Mean
0.442197	65.80184	2.49697409	3.79468750

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	21.07046875	7.02348958	1.13	0.3484
CONCEN	3	93.42570625	31.14190208	4.99	0.0045
YEMAS	3	8.43318125	2.81106042	0.45	0.7179
CONCEN*YEMAS	9	99.49165625	11.05462847	1.77	0.1003

Dependent Variable: BROTES

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	11678.25000000	648.79166667	10.78	0.0001
Error	45	2707.18750000	60.15972222		
Corrected Total	63	14385.43750000			

R-Square	C.V.	Root MSE	BROTES Mean
0.811811	68.00017	7.75626987	11.40625000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	193.31250000	64.43750000	1.07	0.3709
CONCEN	3	8042.06250000	2680.68750000	44.56	0.0001
YEMAS	3	1623.68750000	541.22916667	9.00	0.0001
CONCEN*YEMAS	9	1819.18750000	202.13194444	3.36	0.0032

Dependent Variable: MEBROTES

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	16.99218803	0.94401045	2.37	0.0097
Error	45	17.90172161	0.39781604		
Corrected Total	63	34.89390965			

R-Square	C.V.	Root MSE	MEBROTES Mean
0.486967	54.22072	0.63072659	1.16325754

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	1.15274922	0.38424974	0.97	0.4171
CONCEN	3	5.49150091	1.83050030	4.60	0.0068
YEMAS	3	2.67419731	0.89139910	2.24	0.0965
CONCEN*YEMAS	9	7.67374059	0.85263784	2.14	0.0451

Dependent Variable: PESOFR

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	1719.35472813	95.51970712	3.81	0.0001
Error	45	1127.14409531	25.04764656		
Corrected Total	63	2846.49882344			

R-Square	C.V.	Root MSE	PESOFR Mean
0.604024	83.56722	5.00476239	5.98890625

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	58.68087969	19.56029323	0.78	0.5108
CONCEN	3	915.18840469	305.06280156	12.18	0.0001
YEMAS	3	211.79901719	70.59967240	2.82	0.0496
CONCEN*YEMAS	9	533.68642656	59.29849184	2.37	0.0276

Dependent Variable: PESOSE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	114.23741563	6.34652309	4.29	0.0001
Error	45	66.56929531	1.47931767		
Corrected Total	63	180.80671094			

R-Square	C.V.	Root MSE	PESOSE Mean
0.631821	110.3977	1.21627204	1.10171875

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	3.22402969	1.07467656	0.73	0.5415
CONCEN	3	43.37404219	14.45801406	9.77	0.0001
YEMAS	3	14.93725469	4.97908490	3.37	0.0266
CONCEN*YEMAS	9	52.70208906	5.85578767	3.96	0.0009

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: LARORA

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 6.23488

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 2.3551

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	CONCEN
A	5.4131	16	1000
B A	4.2113	16	5000
B A	3.4756	16	10000
B	2.0788	16	15000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: BROTES

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 60.15972

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 7.3155

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	CONCEN
A	29.875	16	1000

B	10.813	16	5000
C	3.313	16	10000
C	1.625	16	15000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: MEBROTOS

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 0.397816

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 0.5949

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	CONCEN
A	1.5481	16	1000
B A	1.2684	16	10000
B A	1.0972	16	5000
B	0.7394	16	15000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PESOFR

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 25.04765

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 4.7204

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	CONCEN
A	12.050	16	1000
B	5.744	16	5000
B	4.402	16	10000
B	1.760	16	15000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PESOSE

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 1.479318

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 1.1472

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	CONCEN
A	2.4225	16	1000

B	1.0206	16	5000
B	0.7913	16	10000
B	0.1725	16	15000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: LARORA

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 6.23488

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 2.3551

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	YEMAS
A	4.3288	16	4
A	3.8944	16	2
A	3.6025	16	8
A	3.3531	16	6

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: BROTES

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 60.15972

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 7.3155

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	YEMAS
A	17.563	16	8
A	13.688	16	4
B A	10.563	16	6
B	3.813	16	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: MEBROTES

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 0.397816

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 0.5949

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	YEMAS
A	1.3805	16	8
A	1.3110	16	6
A	1.1064	16	4
A	0.8552	16	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PESOFR

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 25.04765

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 4.7204

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	YEMAS
A	8.488	16	4
B A	6.652	16	8
B A	5.289	16	2
B	3.527	16	6

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PESOSE

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 45 MSE= 1.479318

Critical Value of Studentized Range= 3.773

Minimum Significant Difference= 1.1472

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	YEMAS
A	1.7281	16	4
B A	1.3631	16	8
B A	0.8563	16	2
B	0.4594	16	6

Level of CONCEN	Level of YEMAS	N	Mean	SD	Level of LARORA	Mean	SD	Level of BROTES
1000	2	4	7.03750000	2.78788301	11.7500000	6.3966137		
1000	4	4	6.19750000	1.00682256	44.2500000	8.2613558		
1000	6	4	3.94000000	1.31585207	25.7500000	5.9090326		
1000	8	4	4.47750000	0.95031135	37.7500000	12.8160056		
5000	2	4	3.60000000	2.49210754	0.7500000	0.9574271		
5000	4	4	5.64250000	4.00488348	9.0000000	13.5892114		
5000	6	4	5.43000000	2.96319647	13.5000000	1.2909944		
5000	8	4	2.17250000	1.50990894	20.0000000	20.9920620		
10000	2	4	3.73250000	3.63266087	2.2500000	2.6299556		
10000	4	4	3.73750000	1.85354390	1.0000000	1.1547005		
10000	6	4	0.93750000	1.29703187	1.0000000	0.8164966		
10000	8	4	5.49500000	4.46803835	9.0000000	2.1602469		

15000	2	4	1.20750000	1.39602710	0.5000000	1.0000000
15000	4	4	1.73750000	2.47500000	0.5000000	0.5773503
15000	6	4	3.10500000	2.44249190	2.0000000	1.4142136
15000	8	4	2.26500000	1.87037429	3.5000000	3.6968455

Level of CONCEN	Level of YEMAS	N	-----MEBROTRES-----		-----PESOFR-----	
			Mean	SD	Mean	SD
1000	2	4	1.63131597	0.85964685	10.2400000	6.02273471
1000	4	4	1.92257099	0.26885385	21.8700000	5.88560391
1000	6	4	1.17701824	0.20324155	4.9925000	2.41636607
1000	8	4	1.46142408	0.46089583	11.0975000	5.77856023
5000	2	4	0.22291750	0.35494978	4.5275000	3.36166006
5000	4	4	1.28425167	0.85710190	6.9025000	8.97215089
5000	6	4	1.64835689	0.14965866	5.6400000	5.14199054
5000	8	4	1.23311289	0.83396101	5.9050000	5.70889657
10000	2	4	0.91562500	0.86819527	5.4525000	8.34249913
10000	4	4	0.82812500	0.23470270	3.6775000	3.43793906
10000	6	4	1.30138889	0.31120410	0.4325000	0.67987131
10000	8	4	2.02861056	0.78469087	8.0450000	6.18450483
15000	2	4	0.65091146	0.79097768	0.9350000	1.13035393
15000	4	4	0.39062500	0.42197144	1.5025000	2.06650067
15000	6	4	1.11718750	0.76108775	3.0425000	2.21552665
15000	8	4	0.79867898	0.89642909	1.5600000	1.92748541

Level of CONCEN	Level of YEMAS	N	-----PESOSE-----	
			Mean	SD
1000	2	4	1.68250000	1.64362151
1000	4	4	5.60000000	1.78308721
1000	6	4	0.81750000	0.98218719
1000	8	4	1.59000000	1.72678893
5000	2	4	0.86750000	0.99039975
5000	4	4	0.87750000	1.25114281
5000	6	4	0.37750000	0.30630867
5000	8	4	1.96000000	2.34679924
10000	2	4	0.82750000	0.97919610
10000	4	4	0.29250000	0.33390368
10000	6	4	0.24000000	0.27724838
10000	8	4	1.80500000	1.97356699
15000	2	4	0.04750000	0.08845903
15000	4	4	0.14250000	0.18191115
15000	6	4	0.40250000	0.43469338
15000	8	4	0.09750000	0.13225606

### **3 CAPÍTULO III**

#### **INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA PLAYA DE ORO Y ÁREA PROTEGIDA LA CERRA SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

### **3.1 PRESENTACIÓN**

Los servicios que se describen responden a las necesidades identificadas en el diagnóstico que se realizó en el municipio.

Se identificó la necesidad de reforestar 7000 m<sup>2</sup> dentro del área protegida municipal denominada Parque Ecológico la Cerra.

Para la ejecución de este proyecto se contó con el apoyo del Departamento de Áreas Verdes de la municipalidad de San Miguel Petapa. Dependencia que proporcionó la mano de obra y la herramienta para la realizar la siembra de árboles, los cuales fueron proporcionados por el vivero forestal del Parque.

Se utilizaron especies forestales nativas del municipio con el propósito de conservar las especies existentes en la zona.

El otro servicio consistió en la implementación de una piscícola con carácter demostrativo en el paraje Playa de Oro. Anteriormente los habitantes del lugar se dedicaban a la pesca en el lago de Amatitlán, pero debido a la contaminación que afectó a dicho lago se redujo el consumo de pescado y por ende la demanda del mismo. La implementación de este sistema les permitirá obtener mayor producción y de mejor calidad.

Mediante la implementación de este sistema se capacito a los pobladores capacitar a los pobladores en una nueva forma segura y eficiente de producción piscícola.

### **3.2 SERVICIO 1. SIEMBRA DE ÁRBOLES EN EL ÁREA PROTEGIDA MUNICIPAL PARQUE ECOLÓGICO LA CERRA**

La reforestación es una operación de silvicultura, destinada a repoblar zonas que en en el pasado estuvieron cubiertas de bosques, los cuales fueron eliminados por diversos motivos. Entre ellos: explotación de la madera para usos industriales y/o como combustible (leña); ampliación de la frontera agrícola; ampliación del área urbana; ataque de plagas como gorgojo del pino; desastres naturales como incendios causados por fenómenos atmosféricos.

Por extensión se le llama reforestación a la plantación masiva de árboles en áreas donde estos no existieron, o por lo menos no se tienen datos históricos de su existencia.

### **3.2.1 Antecedentes**

El área protegida municipal la Cerra constituye el 7% del territorio del municipio (30 km<sup>2</sup>) y dentro de ella existen recursos naturales, oportunidades de recreación y educación ambiental que no posee la mayoría de municipios.

La Cerra tiene una extensión de 210 hectáreas, se encuentra entre 1000 y 1540 msnm, en una zona de vida de Bosque sub Tropical Seco. Está ubicada a un kilómetro de distancia de la cabecera del municipio y a 22 km de la capital.

Cuenta con biodiversidad de 25 especies de aves residentes y migratorias que incluye rapaces como gavilanes; además, colibríes, quetzalillos, cardenales, perdices, codornices, tortolitas, palomas cantoras, etc. En el lugar también habitan mamíferos como gato de monte, armadillo, liebre, ardilla, tacuazín, comadreja, rata de campo, murciélago; reptiles como iguanas, lagartijas, serpientes. Además, existen más de 60 especies forestales exóticas y nativas.

El uso actual de la tierra corresponde a Área protegida y pastizales no manejados, reforestación con manejo forestal, recreación, agricultura, zona de recuperación, pastizales y poblado.

### **3.2.2 Descripción de las especies utilizadas**

Nombre común: roble amarillo, timboque.

Nombre técnico: *Bignonia stans* L.

Familia: Bignoniaceae

Lugar de origen: nativo desde Arizona y Texas, a través de las Antillas y Centro América, hasta el norte de Argentina.

Etimología: *Tecota*, abreviación de su nombre vernáculo tecomaxochitl. *Stans* proviene del latín y significa erecto (probablemente por sus inflorescencias). (3)

Descripción: es un arbusto de cuatro o cinco metros de altura, corteza rugosa y ramas redondeadas, lepidotas. Hojas pinnadas, con 3-9 folíolos lanceolados, aserrados, agudos o acuminados, con la base cuneada, ligeramente peciolulados; son de textura membranácea, algo puberuelos, especialmente en los nervios. Inflorescencias en racimos terminales o subterminales de numerosas flores, aunque sólo unas pocas abren al mismo tiempo. Cáliz 5-dentado; corola tubular-acampanada, amarilla; estambres inclusos. Fruto en cápsula linear de 7-21 cm de largo. Semillas aladas. (3)

Cultivo y usos: se multiplica fácilmente por semillas. De fácil cultivo, requiere climas suaves y exposición soleada, florece abundantemente. En jardinería se suele ver como arbusto. (4).

### **3.2.2.1 Ciprés**

Ciprés es el nombre común del género *Cupressus*, es un árbol de zonas cálidas o templadas, de crecimiento rápido, que puede alcanzar los 20 metros de altura con un diámetro aproximado de 60 cm. Es una conífera de hojas perennes, de la familia de las *Cupresáceas*.

Crece naturalmente en cualquier parte del mundo, con las temperaturas y suelos adecuados, se cultiva comercialmente en África oriental, Sudáfrica y Nueva Zelanda. Muchas de las especies se cultivan como árbol ornamental en parques y jardines de Europa, en Asia se sitúan junto a los templos. En Argentina el ciprés de la cordillera es la conífera de que ocupa mayor extensión geográfica. (6)

#### **3.2.2.1.1 Morfología**

De forma piramidal, su crecimiento es rápido en los primeros años de vida; puede vivir hasta 300 años. Posee un tronco recto y de corteza delgada en la que se forman fisuras longitudinales. Las hojas son muy pequeñas (2 a 6 mm de

longitud) con forma de escama, alineadas en parejas opuestas y decusadas. Florece a finales del invierno y en un mismo ejemplar se producen flores masculinas y femeninas; las masculinas forman conos ovoides verdosos que cuelgan de las puntas de las ramas. Los femeninos son ligeramente esféricos, se componen de alrededor de 12 escamas y al desarrollarse se convierten en un gárbulo globular de 3x4 cm, es verde al principio y se torna rojizo y marrón al alcanzar la madurez. (2)

#### **3.2.2.1.2 Usos**

Su madera es color pardo amarillento claro, de textura fina y, generalmente, de grano recto; no es resinosa y suele desprenderse de ella un aroma similar al del cedro. Se suele utilizar para la construcción de cajas, y las mejores selecciones de ella pueden utilizarse también en tablas decorativas, pilotes, tornería, chapas de guitarras.

#### **3.2.2.1.3 Especies**

El número de especies de ciprés reconocidas en todo el mundo varía entre 16 y 25 o más. Debido a que la mayor parte de las poblaciones son pequeñas y se encuentran aisladas, es difícil clasificarlas según el rango de especie, subespecie o variedad. (1)

### **3.2.3 OBJETIVOS**

#### **3.2.3.1 General**

- a) Contribuir, mediante la siembra de árboles, al mantenimiento del área protegida Parque Ecológico la Cerra.

#### **3.2.3.2 Específicos**

- a) Reforestar un área utilizando especies forestales adaptadas a la zona para garantizar la prosperidad de las especies.
- b) Evitar el uso de una sola especie de pino o ciprés porque que se tiene el antecedente de que esta área fue atacada por plaga de gorgojo del pino.

### **3.2.4 METODOLOGÍA**

#### **3.2.4.1 Siembra de los árboles**

Inicialmente se procedió a limpiar el área donde se realizaría el trabajo. Para contribuir a la acumulación de agua se hicieron plateos de 0.6 metros de diámetro y 10 cm de profundidad. Dichos platos se realizaron a una distancia de 3.00 x 2.5 metros, con disposición al tresbolillo, para proporcionar espacio adecuado a las especies, pues se utilizaron especies con crecimiento plagiotrópico, que requiere distancia amplia entre las especies. (5)

La profundidad de los hoyos fue determinada por el tamaño del pilón, pues cada especie se encontraba en bolsas de diferente medida. Por ello se tomó como referencia el tamaño del pilón más la mitad. La mayor profundidad del agujero permitió aplicar en la base del agujero la materia orgánica que se encontraba en la superficie. De esa manera se le brindó al pilón la oportunidad de obtener materia orgánica, mejor drenaje y absorción de humedad.

### **3.2.5 RESULTADOS**

Se sembraron 933 árboles con distanciamiento de 2.5 x 3.0 m; con ellos se cubrió un área de 7000 m<sup>2</sup>.

Para garantizar la prosperidad de la reforestación se utilizaron especies nativas de la zona.

### **3.2.6 Evaluación de la siembra de árboles**

Una reforestación contribuye a mejorar la estructura y fertilidad del suelo del área protegida Parque Ecológico la Cerra. Además, el empleo de especies que sustituyan al pino impide la diseminación del gorgojo del pino.

Utilizar especies forestales propias de la zona ofrece mejores resultados y mayor posibilidad de prosperar que si se siembran especies exóticas.

La disposición al tresbolillo permite mejor desarrollo de los árboles y evitará que al crecer, sus ramas se traslapen; la práctica de plateo en cada árbol permite la acumulación de materia orgánica y humedad.(1)

### 3.2.7 ANEXOS



**Figura 25** Identificación del área por reforestar.



**Figura 26** Trazo de la plantación.



**Figura 27** Siembra de árboles.



**Figura 28** Plateo e identificación de los árboles.

### 3.2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. *Gremial Forestal* de Guatemala.2003.Producción de viveros, asesoría venta y establecimiento de viveros *forestales*. (En línea.). Consultado julio 2008. Disponible en: [www.gremialforestal.com/empresas\\_viveros.php](http://www.gremialforestal.com/empresas_viveros.php) - 39k-
2. Cruzada nacional por los bosques y el agua.2007. (En línea). Consultado el 18 de julio 2008. Disponible en: [cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/viii.html](http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/viii.html) - 6k-
3. Consulta de especies forestales 2007. (En línea). Consultado julio 2008. Disponible en: [www.agr.una.py/cgi-bin/cef/cef.cgi](http://www.agr.una.py/cgi-bin/cef/cef.cgi) - 5k
4. Bogado, C. 1990. Características silviculturales de veinte especies forestales de interés. sp.
5. Brack, W. y Weik. 1994. El bosque nativo. Riqueza subestimada. Asunción, Paraguay, DGO/MAG-GTZ,
6. Aguilar, Juan. 2005. Cultivemos pinabete parte II. Revista Agricultura. Edición No. 72:28–29.

### **3.3 SERVICIO 2. IMPLEMENTACIÓN DE UNA PISCÍCOLA CON CARÁCTER DEMOSTRATIVO EN EL PARAJE PLAYA DE ORO EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA**

#### **3.3.1 Presentación**

Actualmente la piscicultura es una actividad que ha tomado auge por ser una alternativa de subsistencia y una fuente de ingresos para al acuicultor. Además, es un proceso fácil de aprender, que si bien implica algunos costos de inversión, estos retornan luego de ser establecido un proyecto de piscicultura. (2)

Este servicio pretende guiar a un grupo de habitantes del paraje Playa de Oro, municipio de San Miguel Petapa en el proceso de implementación de un tanque para piscicultura.

Para el efecto se capacitó a un grupo de 25 personas tanto en el proceso de la crianza de tilapia como de la construcción de estanques para piscicultura. Dicha capacitación se llevó a cabo en centros de piscicultura; incluyó visitas a estanques y pláticas con personas expertas en el tema. Al finalizar la fase de aprendizaje se procedió a poner en práctica los conocimientos adquiridos acerca de la implementación de una piscícola demostrativa en el paraje.

## **3.4 OBJETIVOS**

### **3.4.1 Generales**

- A. Contribuir con los habitantes del paraje Playa de Oro, mediante la ejecución de un proyecto que les brinde una nueva fuente de subsistencia e ingresos económicos.
- B. Contribuir en mínima parte a mejorar las condiciones de alimentación de los pobladores del paraje, mediante la producción de peces sanos y aptos para el consumo.

### **3.4.2 Específicos**

- A. Implementar un tanque con carácter demostrativo en el paraje Playa de oro.
- B. Instruir a un grupo de personas del paraje Playa de Oro en el proceso de creación de un estanque para la producción de tilapia.
- C. Capacitar a un grupo de 25 habitantes del paraje Playa de Oro en el proceso de crianza y producción de tilapia.

## **3.5 METODOLOGÍA**

En la ejecución de este proyecto se trabajó con un grupo de 25 personas a quienes se les impartió capacitación e instrucción acerca de la piscicultura. Se analizó la propiedad de cada una de estas personas para establecer la factibilidad de la instalación de una piscícola. Simultáneamente, en el paraje se creó una piscícola demostrativa para utilizarla como referencia.

La piscícola demostrativa se construyó en la propiedad del señor Antolín Hernández, por decisión consensuada con todos los miembros del grupo, lo cual evitó problemas de organización.

### **3.5.1 Materiales y herramientas**

Para la ejecución de este servicio fue necesario disponer de fondos económicos, los cuales fueron proporcionados por la municipalidad de San Miguel Petapa.

Dicho financiamiento permitió cubrir los gastos en que se incurrió al efectuar las giras de capacitación desarrolladas en la finca Sabana Grande de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala; así como los de transporte, alimentación y compra de materiales didácticos empleados al impartir algunas pláticas.

#### **3.5.1.1 Materiales didácticos:**

- Cartulinas
- Marcadores
- Crayones

### **3.5.1.2 Equipo técnico**

- Computadoras
- Proyectores multimedia (cañoneras)
- Equipo de sonido

Además, algunos materiales utilizados durante la fase de aprendizaje o de gabinete. Para la implementación de la piscícola demostrativa se utilizaron los materiales y equipos que se describen a continuación.

### **3.5.1.3 Maquinaria pesada**

- Retroexcavadora
- Combustible
- Palas
- Azadones
- Piochas

### **3.5.1.4 Materiales para las piscícolas**

- Rollo de plástico negro
- Hierro de 3/8 y de 1/4 de pulgada
- Alambre
- Cal
- Cemento
- Block
- Piedra
- Herramienta de albañilería

### **3.5.2 Mano de obra**

La mano de obra fue proporcionada por las personas interesadas, es decir, los pobladores del paraje involucrados en el proyecto. Además, la municipalidad de San Miguel Petapa colaboró proporcionando personal que labora en esa institución: albañiles y trabajadores de campo del Departamento de Áreas Verdes.

### **3.5.3 Ejecución de las piscícolas**

Inicialmente fue necesario practicar un estudio de campo que consistió en visitar cada terreno de los integrantes del grupo de trabajo. El objetivo de la visita era establecer la factibilidad para construir una piscícola en ese terreno. Se consideraron aspectos como espacio, topografía, disponibilidad del agua y si cumplían con requisitos exigidos por la municipalidad, como ser propietario del terreno donde se implementaría la piscícola.

Esta visita se aprovechó para realizar las observaciones mencionadas y para formular una serie de preguntas contenidas en una boleta preparada con el propósito de obtener información acerca de la parte del terreno donde se construiría la piscícola. Se anotaron datos como:

#### **3.5.3.1 Topografía. El relieve del terreno. (3)**

### **3.5.4 Parámetros para determinar la calidad de agua en el estanque**

Es necesario tomar en cuenta estos parámetros para así garantizar el éxito en el cultivo de tilapia.

#### **3.5.4.1 Temperatura.**

Éste fue el parámetro más importante y difícil de controlar. Se debe tener en cuenta que cada especie tiene su rango óptimo para crecer y desarrollarse. (4)

#### **3.5.4.2 Oxígeno.**

La oxigenación del agua está en estrecha relación con la temperatura: cuanto más elevada es ésta menos oxígeno hay en el agua; también existe pérdida de oxígeno por evaporación. El contenido de oxígeno puede disminuir si abunda la cantidad de materia orgánica y vegetación acuática sumergida. (1)

#### **3.5.4.3 Transparencia.**

Indica la cantidad de partículas suspendidas; no debe superar los 45 cm de visión. El color indica la calidad del material en suspensión, si es verde supone la presencia de algas productoras de oxígeno; no debe ser transparente, marrón ni amarillenta.

#### **3.5.4.4 Punto de hidrógeno (ph).**

Es el grado de acidez o alcalinidad del agua. El rango adecuado debe oscilar entre 6.5 y 8.5; se encontró un pH de 8.

#### **3.5.4.5 Selección de la forma del estanque.**

Diversos factores determinaron la forma del estanque. Con el propósito de minimizar los costos de construcción se consideró la relación entre la longitud del dique y el área cubierta por agua, así como la topografía del terreno donde se construirá. (4)

#### **3.5.4.6 Tamaño.**

El principal factor que se considero para determinar el tamaño de la construcción, fue el costo debido a que los recursos fueron proporcionados por la municipalidad, entidad que verificaba el costo del estanque. Los otros factores fueron la producción de peces esperada y el manejo y tiempo necesario para llenar y vaciar el estanque.

#### **3.5.4.7 Profundidad.**

Esta característica fue determinada por la altura de los diques (Figura 1). En la zona más profunda de la piscícola el dique está entre 1.5 y 2.0 m, mientras que en la zona más baja, oscila entre 0.9 y 1.2 m.

#### **3.5.4.8 Diques o muros.**

La altura de los diques se construyó tomando en consideración la profundidad deseada de agua. La disminución de la altura a causa de la sedimentación del material, el borde libre y, en algunos casos, el factor "ola" por la acción del viento. (4). El ancho de la cima del dique varía según el uso que se da, los lados que fueron usados como vía; si corresponde a un estanque grande y profundo, el ancho mínimo fue de 1.5 m. Para la construcción de la piscícola demostrativa se utilizó un distanciamiento de 3 x 7 m; profundidad de 1.5 en la parte alta y 0.6 m en la parte baja; además, una cosechadora de 2 x 2 x 0.5 m con un dique o borda de 1.5 m en la parte angosta y 1 metro en la parte longitudinal. El agua que se utiliza proviene de un pozo. Por consenso del grupo de piscicultores, por la seguridad que ofrece el lugar y por la cercanía de la fuente de agua, se eligió este sitio para instalar la piscícola demostrativa.

#### **3.5.4.9 Recubrimiento.**

El recubrimiento de las piscícolas se realizó utilizan diferentes materiales; según las condiciones del lugar, en algunas se utilizó plástico negro de 5mm de grosor debido a la extensa área que se debía cubrir; otras se recubrieron con

concreto, y otras, con block, piedra y concreto. En el caso de la piscícola demostrativa se utilizó block y concreto.

El llenado de la piscícola se realizó utilizando una bomba de un caballo de fuerza (Hp). Una piscícola de 21 m<sup>3</sup> se llena en un lapso de cinco horas.

### **3.5.5 Siembra de los alevines**

Por lo general los alevines de peces se reciben en bolsas plásticas que contienen 1/3 de la capacidad total de la bolsa (agua + alevines); el resto se completa con oxígeno puro y se cierran herméticamente. Para evitar cambios bruscos de temperatura, al trasladar estas bolsas se colocan en cajas de espuma-plástico o duroport, o en hieleras (sin hielo). (6)

Antes de a la liberación de las larvas, las bolsas deben mantenerse cerradas y en la superficie con el propósito de igualar ambas temperaturas (agua que contiene los alevines y la del ambiente de siembra). De esta forma se evita un contraste shock térmico que cause la muerte de los mismos. Luego se efectúa la liberación, se deja que las larvas salgan lentamente de la bolsa. (6)

Para la piscícola demostrativa se utilizó densidad de 10 alevines por metro cuadrado, es decir, 300 alevines. Se empleó esta densidad debido a la oxigenación del tanque puesto que el agua está estancada y no cuenta con corriente continua.

### **3.5.6 Alimentación**

Si se desea acelerar y mejorar el crecimiento de los animales la alimentación natural se puede complementar con alimento artificial.

La productividad del medio será de suma importancia ya que el alimento disponible actuará en forma directa con el aumento de peso de los peces sembrados. Dicha producción a su vez estará determinada por una fertilización

inicial adecuada que permitirá un aumento de los organismos que servirán de alimento. (1)

El alimento que se incorpora es de buena calidad y se suministra sólo la cantidad necesaria.

Los requerimientos nutritivos de los peces han sido estudiados gracias a eso se estableció que el porcentaje de proteínas debiera estar comprendido entre 28% y 45%. Una ración balanceada tendrá los porcentajes de proteína recomendados, además de fibra, vitaminas y minerales. Sin embargo, si no se dispone de una ración específica para los peces, se puede suplementar con raciones de composición similar a la establecida. En cuanto a la cantidad de alimento ésta se deberá ajustar de acuerdo con el desarrollo de los peces. En general, el aumento que se estima proporcionar es de 1.5% del peso vivo de los peces, el cual variará según el crecimiento de los mismos. (1)

### 3.5.7 Controles y manejo de los estanques

En el cuerpo de agua se deben realizar ciertos controles. Los parámetros físico químicos se deben mantener en los niveles correctos para lograr un adecuado crecimiento de los ejemplares. (4)

De manera que se controla lo siguiente:

#### Agua:

- Nivel
- Coloración
- Oxígeno
- Temperatura
- pH
- Transparencia
- Aplicación de fertilizantes

#### Estanque:

- Canales de suministro y desagüe
- Paredes y taludes
- Posibles filtraciones
- Presencia de predadores
- Vegetación flotante y sumergida

El éxito de la producción dependerá del **manejo** que se brinde al cuerpo de agua; éste implica:

- calidad adecuada y cantidad necesaria de agua
- apropiada densidad de siembra
- suministro de alimento de buena calidad y cantidad suficiente

### 3.5.7.1 Cosecha

Esta actividad representa la etapa final de la producción. Se realiza cuando los peces han alcanzado el tamaño y peso esperado por el productor según los requerimientos del mercado. No obstante, en muchos países lo que comúnmente se conoce como talla comercial es el “tamaño plato”. Esta expresión se refiere, gastronómicamente, a la presentación del pez entero.

Como ejemplo, se cita el peso y tiempo de cosecha del bagre negro y la carpa en cultivos extensivos:

Cuadro 17 Tipo de cosecha.

<b>Especie</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Peso comercial</b>	<b>Nº de cosechas al año</b>
Tilapia	8 meses	250-400 g	1
Carpa común	8 meses	250-450	1

### 3.5.7.2 Tipo de cosecha

De acuerdo con las perspectivas de producción y colocación del producto se pueden realizar dos tipos de cosecha: total y parcial. (3)

**Total:** consiste en extraer todos los peces del estanque; el cual se vacía totalmente o se reduce el nivel de agua; los peces se extraen con una red de arrastre. El vaciado debe ser lento y se aconseja utilizar aireador para aportar oxígeno a los peces.

**Parcial:** se extrae únicamente la cantidad deseada de peces y que sean los que tienen la calidad requerida. Para la captura se utiliza la red de arrastre; se procura que el tamaño de la malla sea lo suficientemente grande para no atrapar los peces pequeños.

Independientemente del tipo de producción, se recomienda vaciado el estanque una vez al año.

En el caso de la piscícola demostrativa no se llegará a la fase de cosecha. Sin embargo, la municipalidad dará seguimiento al desarrollo de este proyecto hasta que cada persona que conforma el grupo instale su piscícola.

### 3.6 RESULTADOS

- a. Se capacitó a un grupo de 25 personas en el proceso de crianza y producción de tilapia.
- b. Se brindó instrucción a un grupo de 25 personas acerca del proceso de construcción y habilitación de estanques para la producción de tilapia en el paraje Playa de Oro.
- c. El paraje Playa de Oro posee un tanque con carácter demostrativo el cual sirve de guía o referencia para los nuevos acuicultores, quienes están en la fase final de la implementación de su piscícola.

### **3.7 CONCLUSIONES**

- a. La capacitación, las giras y las visitas a lugares de producción de tilapia constituyen la mejor opción en procesos de transferencia de tecnología agrícola para las comunidades, ya que brindan ejemplos palpables a los acuicultores. Además, la motivación para la ejecución de este tipo de proyectos.
  
- b. La organización adecuada en los grupos de trabajo permite desarrollar el proceso y lograr los objetivos definidos en el proyecto.
  
- c. La ejecución de este proyecto de servicio contribuyó al progreso y bienestar de los pobladores del paraje Playa de Oro. Asimismo, brindó a estas personas la oportunidad de obtener una nueva fuente de subsistencia e ingresos económicos.

### 3.8 RECOMENDACIONES

- Lograr la armonía entre grupos de trabajo permite trabajar de manera ordenada, principalmente cuando se manejan recursos físicos.
- Determinar cuál es el tipo de piscícola que mejor se adapta a las condiciones del lugar. Esto permitirá obtener mayor eficiencia en el funcionamiento del sistema, evitará incurrir en gastos innecesarios y facilitará el manejo.
- Brindar capacitación técnica es fundamental para lograr el éxito en este tipo de proyectos, pues permite mejorar el manejo de los proyectos.

### 3.9 BIBLIOGRAFÍA

1. [Acuicultura - SAGPyA - MECON - AR](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01+Cultivos/01Especies/_archivos/Tilapia/071201_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20-%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php). 2002. Manejo alimentario para tilapia. (En línea). AR. Consultado 2 de agosto 2008. Disponible en:  
[http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01+Cultivos/01Especies/\\_archivos/Tilapia/071201\\_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20-%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01+Cultivos/01Especies/_archivos/Tilapia/071201_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20-%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php)
2. Pedini, Fernando-Criado, M. (ed) 1984 *Informes nacionales sobre el desarrollo* de la acuicultura en América Latina. FAO Inf. Pesca, (294) Supl.1:138 p. (en línea) Consultado 23 de agosto 2008. Disponible en: [www.fao.org/DOCREP/005/AD020S/AD020s00.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/AD020S/AD020s00.htm) - 35k -
3. Aguilar, Juan. 2005. Cultivo de flores para exportación. Revista Agricultura. No. 72:15 – 17.
4. Gómez, Barrón. Secretaría de Desarrollo Agroforestal y Pesquero. Mx. 2003. Manual del participante. Cultivo de tilapia en estanque rústico. (En línea). México. Consultado agosto 2008. Disponible en: [www.sra.gob.mx/internet/informacion\\_general/programas/fondo\\_tierras/manuales/Cultivo\\_\\_tilapia\\_estanques\\_\\_r\\_sticos.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo__tilapia_estanques__r_sticos.pdf) -
5. \_\_\_\_\_. Secretaría de Desarrollo Agroforestal y Pesquero. Mx.2003. Manual del participante. Cultivo de tilapia en jaulas flotantes. (En línea). México. Consultado agosto 2008. Disponible en:  
[www.sra.gob.mx/internet/informacion\\_general/programas/fondo\\_tierras/manuales/Cultivo\\_\\_tilapia\\_estanques\\_\\_r\\_sticos.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo__tilapia_estanques__r_sticos.pdf) -
6. Ordóñez, José. 2005. Produciendo semillas de tilapia en Guatemala. Revista Agricultura. No. 72: 28–29.

### 3.10 ANEXOS



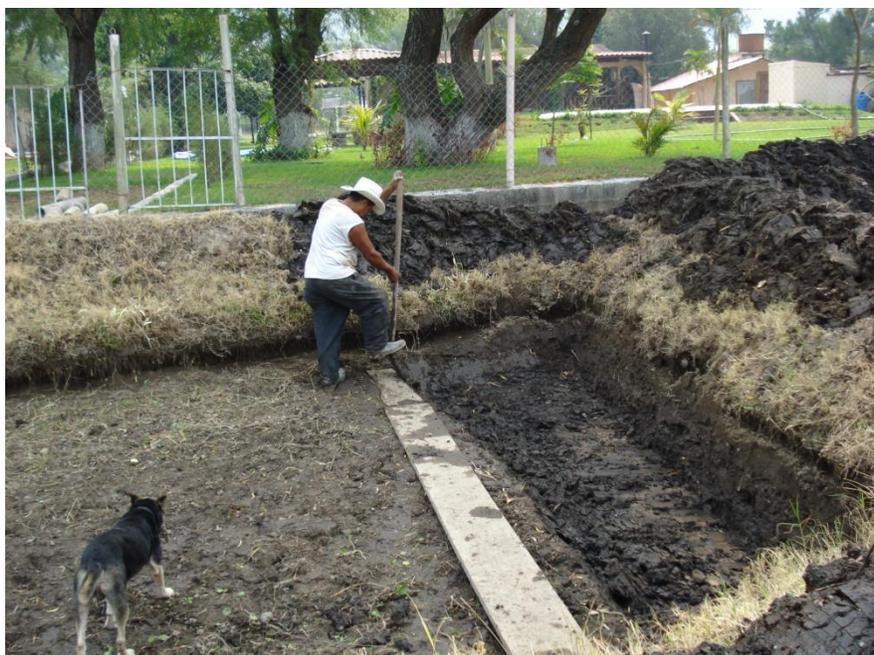
**Figura 29** Utilización maquinaria pesada.



**Figura 30.** Trazo de piscícolas.



**Figura 31.** Formación de bordas.



**Figura 32 .** Elaboración de cosechadoras.