


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÀREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue field containing a golden sun and a red field containing a golden cross. The shield is surrounded by a green border. The Latin motto "SCIENTIA ET VERITAS INTER CARTELLUM CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA" is inscribed around the perimeter of the seal.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN COMBINACIÓN CON DOS SUSTRATOS Y TRES TIPOS DE CORTE, PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS VEGETATIVAS DE *Pinus maximinoi* H. E. Moore; DIAGNÒSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO MEJORAMIENTO GENÈTICO DE *Pinus maximinoi* H. E. Moore, A TRAVÈS DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENÈTICAMENTE COMPROBADOS, EJECUTADO POR EL GRUPO DeGuate, GUATEMALA, C.A.**

**DEISSY YANET CHAMAN ANLEU**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**AREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACION**

**EVALUACION DE TRES CONCENTRACIONES DE ACIDO INDOLBUTIRICO EN COMBINACION CON DOS SUSTRATOS Y TRES TIPOS DE CORTE, PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS VEGETATIVAS DE *Pinus maximinoi* H. E. Moore; DIAGNOSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO DE *Pinus maximinoi* H. E. Moore, A TRAVES DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENETICAMENTE COMPROBADOS, EJECUTADO POR EL GRUPO DeGuate, GUATEMALA, C.A.**

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

**POR**

**DEISSY YANET CHAMAN ANLEU**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERA AGRONOMA**

**EN**

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO  
VOCAL I  
VOCAL II  
VOCAL III  
VOCAL IV  
VOCAL V  
SECRETARIO

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López  
Dr. Tomas Padilla Cambara  
Ing. Agr. Cesar Linneo García Contreras  
Ing.Agr. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz  
P. Agrónomo Josué Benjamín Boch López  
Br. Sergio Alexander Soto Estrada  
Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardon

Guatemala de la Asunción, octubre de 2015

Guatemala de la Asunción, octubre 13 de 2015.

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación **EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN COMBINACIÓN CON DOS SUSTRATOS Y TRES TIPOS DE CORTE, PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS VEGETATIVAS DE *Pinus maximinoi* H. E. Moore; DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Pinus maximinoi* H. E. Moore, A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENÉTICAMENTE COMPROBADOS, EJECUTADO POR EL GRUPO DeGuate, GUATEMALA, C.A.** ;como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Deissy Yanet Chaman Anleu

## ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por el regalo de vida otorgado a través de mis padres, por ser la fuente de mi vida y existencia, por darme la oportunidad de alcanzar una de tantas metas que él tiene para mí.

María Auxiliadora: Por interceder siempre por mi y guiarme en el sendero adecuado, por ser un ejemplo de mujer virtuosa.

Mis Padres: Otto René Chaman y María Concepción Anleu de León de Chaman, mis queridos papitos creo que las palabras quedan cortas para expresarles lo que siento por ustedes, pero honor a quien honor merece, gracias a ustedes por formarme y convertirme en quién soy, por pasar desvelos y angustias pensando en mi, por brindarme todo su apoyo y confianza a lo largo de toda mi vida y por sobre todo papito por mostrarme que el ser mujer no es una limitante para lograr lo que uno se proponga, al fin se hace realidad tu sueño de verme graduada . Y por supuesto a ti mamita por ser el mejor ejemplo de madre abnegada por tu apoyo y consejos.

Mis hijos: Mis queridas pulgas... Ángel Daniel e Ian Santiago por ser la razón de mi existir, por ser los motores que impulsan mi vida y la fuerza necesaria para la culminación de todos mis proyectos. Nunca olviden que son capaces de lograr cualquier meta que se propongan solo requieren de un poco de esmero y dedicación, perseveren a lo largo de toda su vida.

Mí adorado esposo: Carlos Roberto Vásquez de León por toda tu comprensión, el apoyo incondicional, tus consejos y ayuda que me has brindado, por ser madre y padre para nuestros hijos cuando me ha tocado salir de giras. Pero por sobre todo por todo el amor que me brindas día a día.

Mis hermanos: Karla Paola, Otto Estuardo y Byron Antonio, que han sido ese regalo súper especial de Dios, por su apoyo, cariño, comprensión y consejo. Que pueda servirles este logro como un ejemplo, que teniendo a Dios primero a la Virgen

como guía y mucho esfuerzo se puede lograr cualquier sueño o meta que se propongan.

Mis tíos: Ing. Marino Barrientos, Dr. Jorge Luis Anleu, Lic. Carlos Anleu, Lcda. Miriam Yolanda Anleu (Q.E.P.D.) por constituirse en ejemplo de logro y superación académica que aun a pesar de las adversidades que han afrontado han logrado salir adelante y sobresalir en donde quiera que se encuentren.

Mis Amigos: Que a lo largo de esta carrera han sido como una lluvia de bendiciones y a su vez se convirtieron en gran manera en los gestores de este logro. Por los momentos de alegrías, tristezas, desvelos, locuras y enojos que hemos compartido. Pero muy en especial a: Evelyn Bojorquez, Teresa Guerra, Mónica Aldana, Henry Albizurez, Carolina Camposeco, Gabriela Guzmán, Jairo Contreras, Gerson de León, Jorge Carballo, Luis Artemio Mérida (Q.E.P.D.) por las locuras de los primeros años de la carrera y a todos los demás que quedo pendientes de mencionar espero me perdonen pero no me alcanzaría el tiempo para nombrarlos pero quiero que sepan que los llevo en mi corazón y les estoy muy agradecida.

Mi País Guatemala. Con respeto y admiración.

Y muy en especial a Ustedes que me acompañan en este momento y que han tomado parte de su tiempo para compartir esta gran alegría conmigo y mi familia, gracias de todo corazón.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios

Mis padres

Mis hijos

Mi esposo

Mi Familia

Mis centros de estudios

Colegio Para señoritas la Inmaculada

Escuela Nacional de Ciencias Comerciales

Universidad de San Carlos De Guatemala

Facultad de Agronomía

A todas las personas que contribuyeron de una u otra forma en mi formación

## AGRADECIMIENTOS

### MIS MÁS SINCEROS AGRADECIMIENTOS A:

Dios por permitirme llegar a este momento tan especial de mi vida.

Colegio para señoritas  
La Inmaculada Cobán y  
Escuela Nacional de Ciencias  
Comerciales (ENCAV). Por ser los entes de formación moral, espiritual y científica para enfrentar nuevos retos y por sobre todo alcanzarlos.

Facultad de Agronomía  
Y cuerpo Docente Por brindarme los conocimientos científicos que me formaron como profesional de las ciencias forestales  
“ ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A Don Maquito Por su apoyo incondicional cada vez que necesitaba ayuda  
En la biblioteca de la Facultad y por sus sabios consejos.

Mis asesores Ing. Marino Barrientos García, Ing. Manuel Martínez por Tomarse su tiempo para guiarme y orientarme en la realización de este documento que Dios les permita cosechar abundantes frutos en su trabajo.

Mis suegros Por sus consejos, en especial a la abuela LILI por su cariño, y apoyo que me brindo en todo momento.

Ing. Guillermo García Por apoyarme en todo momento a lo largo del EPS por brindarme incondicionalmente su ayuda, ejemplo, optimismo, sus consejos oportunos, por confiar en mí y creer en todo el trabajo desarrollado a lo largo del proyecto. Un honor muy grato para mi haber tenido la oportunidad de su guía por forjar grandes valores en mí y llevarlos a la práctica.

Grupo DeGuate Muy en especial a las empresas: Pilonos de Antigua, REFINSA, EFIFOREST, LIGNUM, por la confianza que depositaron en mí y por ser los entes financiadores, que me permitieron desarrollar conocimientos en pro del desarrollo forestal.

Ing. Elmer Gonzales Por los consejos y conocimientos que me brindo en todo momento para poder entender y desarrollar cada uno de los proyectos de propagación.

AL PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO DE LA EMPRESA “PILONES DE ANTIGUA”, EN ESPECIAL A:



Ing. Richard Rotter, Ing. Guillermo García, Ing. Luis Guzmán, Ing. Ángel Ibarra, Oscar López, Cecilio Choc, por la muestra de cooperación, compañerismo y apoyo a la realización del presente trabajo.

AL PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO DE LAS EMPRESAS DE LIGNUM, REFINSA, EFIFORES Y DE GREMIAL FORESTAL, EN ESPECIAL A:  
Licda. Evelyn Bosh de Chacón, Inga. Nely Ramírez, Sonia Rodas, Higinio Carrera, Ing. Andres Sierra, Mynor , Angel Rodas, Juan Carlos Marin, por el apoyo incondicional y cooperación para llevar a delante este proyecto.



## ÍNDICE GENERAL

### CONTENIDO

### PÁGINA

#### CAPÍTULO I

#### DIAGNÓSTICO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENÉTICAMENTE COMPROBADOS

1.1. Presentación.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo General .....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Metodología.....	2
1.3.1. Fase de Gabinete.....	2
1.3.2. Fase de análisis de la información.....	3
1.4. Resultados .....	3
1.4.1. Fortalezas .....	3
1.4.2. Debilidades.....	4
1.5. Conclusiones y Recomendaciones .....	4

#### CAPÍTULO II

#### EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN COMBINACIÓN CON DOS SUSTRATOS Y TRES TIPOS DE CORTE, PARA EL ENRAIZAMIENTO DE BROTES VEGETATIVOS DE *Pinus maximinoi* H. E. moore.

2.1. Presentación .....	6
2.2. Marco Conceptual .....	9
2.2.1. Descripción de <i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore .....	9
2.2.2. Distribución y hábitat .....	10
2.2.3. Características de frutos y semillas .....	12
2.2.4. Descripción de la madera.....	12
2.2.5. Principales usos .....	13

2.2.6. Propagación vegetativa .....	13
2.2.7. Formación de raíces Adventicias.....	15
2.2.8. Factores que inciden en la formación de raíces.....	16
2.5. Auxinas .....	19
2.2.9. Mecanismos de acción de las auxinas.....	19
2.2.10. Efectos biológicos de las auxinas .....	20
2.2.11. Métodos de aplicación de reguladores de crecimiento .....	20
2.2.12. Características de los árboles clase .....	21
2.3. MARCO REFERENCIAL .....	21
2.3.1. Localización.....	21
2.3.2. Aspectos climáticos y edáficos. ....	22
2.3.3. Características generales del invernadero.....	22
2.3.4. Procedencias.....	22
2.4. Antecedentes .....	23
2.5. Objetivos .....	25
2.5.1. Objetivo General .....	25
2.5.2. Objetivos Específicos .....	25
2.6. Metodología .....	26
2.6.1. Descripción de los tratamientos.....	26
2.6.2. Unidad Experimental .....	33
2.6.3. Modelo estadístico.....	33
2.6.4. Manejo del Experimento.....	34
2.7. Resultados .....	37
2.8. Conclusiones y Recomendaciones.....	39
2.9. Bibliografía .....	40

### CAPÍTULO III

#### SISTEMATIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENÉTICAMENTE COMPROBADOS.

3.1. PRESENTACION .....	43
SERVICIO 1 .....	43
3.2. Capacitación a los escaladores contratados para la realización de los acodos aéreos.....	43
3.2.1. Objetivos .....	44
3.2.2. Metodología.....	44

3.2.3. Resultados .....	44
3.2.4. Evaluación.....	45
SERVICIO 2.....	45
3.3. Identificación y selección de los árboles Clase1 a utilizar en el proyecto.....	45
3.3.1. Objetivos .....	45
3.3.2 Metodología .....	45
3.3.3. Resultados .....	46
3.3.4. Evaluación.....	49
SERVICIO 3.....	50
3.4. Evaluación de la hechura y establecimiento de los acodos aéreos.....	50
3.4.1. Objetivos .....	50
3.4.2. Metodología.....	50
3.4.3. Resultados .....	51
3.4.4. Evaluación.....	52
SERVICIO 4.....	52
3.5. Elaboración de una metodología para la elaboración de acodos en <i>Pino maximinoi</i> H.E.Moore.....	52
3.5.1. Objetivos .....	52
3.5.2 Metodología .....	52
3.5.3. Resultados .....	52
3.5.4. Evaluación.....	58
SERVICIO 5.....	58
3.6. Recolección y trasplante de acodos aéreos. ....	58
3.6.1. Objetivos .....	58
3.6.2 Metodología .....	59
3.6.3. Resultados .....	59
3.6.4. Evaluación.....	63
SERVICIO 6.....	63
3.7. Colecta de Púas Maduras. ....	63
3.7.1. Objetivos .....	64
3.7.2 Metodología .....	64
3.7.3. Resultados .....	65
3.7.4. Evaluación.....	65

SERVICIO 7 .....	66
3.8. Elaboración de guía práctica para elaborar injertos en <i>Pino maximinoi</i> H.E. Moore. ....	66
3.8.1. Objetivos .....	66
3.8.2. Metodología.....	66
3.8.3. Resultados .....	66
3.8.4. Evaluación.....	70
SERVICIO 8.....	70
3.9. Colecta de semilla .....	70
3.9.1. Objetivos .....	70
3.9.2 Metodología .....	71
3.9.3. Resultados .....	71
3.9.4. Evaluación.....	74
SERVICIO 9.....	74
3.10. Replanteo del proyecto.....	74
3.10.1. Objetivos .....	74
3.10.2 Metodología.....	74
3.10.3. Resultados .....	74
3.10.4. Evaluación.....	78

## ÌNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Tipos de corte realizados en las estacas vegetativas. Izquierda: corte en V. Centro: corte con ángulo de 45 grados. Derecha: corte con ángulo de 90.....	26
Figura 2. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 1, procedente de la Universidad Rafael Landivar, San Juan Chamelco A.V .....	31
Figura 3. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 2, procedente de Prados de Zorzoya, , San Lucas Sacatepequez. ....	31
Figura 4. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 3, procedente de Finca Hacienda Vieja, La Unión Barrios, Salamá. ....	32

Figura 5. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 4, procedente de Finca Agroforestal la Colina, Mataquescuintla, Jalapa.....	32
Figura 6. Ejemplificación de la parte superior del árbol de la cual fue tomado el material vegetal.	36
Figura 7. Ejemplo del material vegetal colectado así como de la colocación del mismo en la hojas de papel periódico para posteriormente ser envueltas y trasladadas a las hieleras.....	36
Figura 8. Estacas de <i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore a los 60 días después de sembradas. Izquierda estacas sembradas en Peat-moss, derecha estacas sembradas en arena de mina.....	38
Figura 9. Experimento 1 procedente de San Juan Chamelco A.V. a los 60 días después de haber sembrado las estacas de <i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore.....	39
Figura 10. Experimento 4 procedente de Mataquescuintla, Jalapa a los 60 días después de haber sembrado las estacas de <i>Pinus maximinoi</i> H.E. Moore.....	39
Figura 11. Ejemplo de un ejemplar seleccionado Clase 1, ubicado en la Finca Hacienda Vieja, La Unión Barrios, Baja Verapaz.....	49
Figura 12. Ejemplo de estado de los acodos evaluados. Izquierda: acodo vivo, centro: acodo muerto sin acícula. Derecha: acodo muerto.....	51
Figura 13. Condición del sustrato. Izquierda: acodo con sustrato seco, derecha: acodo con sustrato húmedo y enraizado.....	51
Figura 14. Ejemplo de una rama vegetativa de la especie de <i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore Izquierda. Y de una reproductiva como se puede apreciar en la fotografía de lado derecho.....	54
Figura 15. Ejemplo del área a acodar en una rama de <i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore.....	54
Figura 16. Desinfección de la navaja.....	55
Figura 17. Ejemplo de una rama de <i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore anillada.....	56
Figura 18. Ejemplo de la forma de amarre del plástico en la rama de pino.....	56
Figura 19. Ejemplo de la aplicación de Rotex al anillado de la rama de pino.....	57
Figura 20. Ejemplo de un acodo aéreo terminado.....	57
Figura 21. Acodo aéreo instalado en planta de Pino candelillo.....	58
Figura 22. Izquierda: Acodos aéreo 1 día después de trasplantados. Derecha: Acodos aéreo 30 días después de trasplantados.....	61
Figura 23. Izquierda vista de planta de acodo aéreo pegado. Derecha: Vista de perfil de acodo aéreo pegado.....	61
Figura 24. Ejemplo de las púas seleccionadas.....	65
Figura 25. Ejemplo de selección de patrón a utilizar para el injerto.....	67
Figura 26. Forma del tipo de corte en la púa a injertar.....	68
Figura 27. Incisión realizada al patrón decapitado.....	68
Figura 28. Inserción de la púa en el patrón de <i>P. maximinoi</i> .....	68
Figura 29. Vendaje de la púa incrustada en el patrón.....	69
Figura 30. Colocación de bolsa de polietileno transparente al injerto terminado.....	69
Figura 31. Púa injertada pegada.....	70
Figura 32. Izquierda: Ejemplo del proceso de secado de los conos. Derecha: Ejemplo de conos y semilla con ala.....	71
Figura 33. Ejemplo de semilla de <i>Pino maximinoi</i> H. E. moore beneficiada.....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Área de distribución natural de <i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore.....	11
Cuadro 2. Cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación.....	27
Cuadro 3. Continúa cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación.....	28
Cuadro 4. Continúa cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación .....	29
Cuadro 5. Continúa cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación .....	30
Cuadro 6. Listado de procedencias, localidades y fecha de establecimiento de los cuatro experimentos trabajados. ....	35
Cuadro 7. Listado de los ejemplares seleccionados e identificados con cada uno de sus datos generales. ....	47
Cuadro 8. Continúa Listado de los ejemplares seleccionados e identificados con cada uno de sus datos generales.....	48
Cuadro 9. Resumen de las fincas evaluadas con la respectiva zona a la que pertenecen.....	49
Cuadro 10. Listado de material y equipo a utilizar en la realización de un acodo aéreo.....	53
Cuadro 11. Cuadro resumen de los acodos vivos, muertos y quebrados realizados en el año 2013. ....	60
Cuadro 12. Cuadro resumen de los acodos colectados en base a las procedencias trabajadas...	62
Cuadro 13. Cuadro resumen de acodos aéreos trasplantados que se encuentran vivos marzo 2014.....	63
Cuadro 14. Total de púas maduras colectadas y transportadas a Pilonos de Antigua para ser injertadas.....	65
Cuadro 15. Familias a las cuales se colectó semilla, así como la cantidad de gramos por familia con la que se cuenta. ....	72
Cuadro 16. Continúa Familias a las cuales se colectó semilla, así como la cantidad de gramos por familia con la que se cuenta. ....	72
Cuadro 17. Presupuesto de ejecución Proyecto <i>Pino maximinoi</i> año 2015.....	76
Cuadro 18. Cuadro resumen de actividades para el proyecto de <i>Pino maximinoi</i> H. E. moore .....	77



TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL PROYECTO: MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENÉTICAMENTE COMPROBADOS, EJECUTADO POR EL GUPO DeGuate.

## RESUMEN

El presente documento presenta una síntesis de la labor realizada en el Ejercicio Profesional Supervisado de la facultad de Agronomía (EPSA), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante febrero a noviembre de 2013. Dicho documento consta de tres partes o fases principales:

1. En la primera parte se encuentra el diagnóstico del proyecto denominado: Mejoramiento genético de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados. En esta parte se diagnosticó el proyecto y se establecieron los principales componentes del mismo, también se identificaron las fortalezas y debilidades que se presentaron a inicios de su ejecución, en los primeros meses del año 2013.
2. La segunda fase consistió en la investigación denominada: Evaluación de tres concentraciones de ácido indolbutírico, en combinación con dos sustratos y tres tipos de corte, para el enraizamiento de brotes vegetativos de *Pinus maximinoi* H. E. Moore. En esta etapa se encuentra el registro detallado de la metodología y los resultados encontrados en la elaboración y desarrollo del mismo.
3. Al finalizar se encuentra el detalle de cada uno de los 9 servicios prestados a lo largo del Ejercicio Profesional supervisado de Agronomía (EPSA).

Se destacan entre los principales logros de este ejercicio profesional supervisado:

- a) La generación de fuentes bibliográficas sobre estudios en especies forestales, bajo las condiciones imperantes de nuestro hermoso país Guatemala.
- b) La implementación del primer programa de mejoramiento genético en pinofitas.

- c) Cabe destacar que gracias al conocimiento adquirido a lo largo del proyecto sobre el manejo de material proveniente de plantas padre maduras, y con base en las observaciones y resultados obtenidos, se formularon guías prácticas y metodológicas para la realización de injertos y acodos aéreos en la especie de *Pinus maximinoi* H. E. Moore. Dichas guías pueden ser aplicadas a otras especies forestales, sin tener el inconveniente de provenir de otras regiones del planeta, en donde las condiciones edáficas, climáticas, ecológicas, entre otras, no son equivalentes a las prevalecientes en Guatemala.

Otro de los resultados obtenidos fue el de la investigación, que si bien es cierto no se logró el enraizamiento, con ello se logró evaluar la metodología aplicada, así como las características de *Pino maximinoi* H. E. Moore, en la reproducción asexual proveniente de material vegetal maduro.

También se contribuyó al proyecto con la elaboración de un nuevo plan de actividades, con base en los resultados y observaciones desarrolladas a lo largo de la ejecución del mismo, se formuló con ello un nuevo presupuesto, tomando en cuenta cada las actividades propuestas.

Durante la prestación de servicios se logró dejar plasmada la sistematización de cada una de las actividades desarrolladas, así como sus respectivos resultados. Entre estos destacan: la recolección de púas maduras y su injertación, la hechura, colecta y trasplante de acodos aéreos; además de la colecta y beneficiado de la semilla proveniente de los distintos ejemplares clase 1 desarrollados en el proyecto.

## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÒSTICO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENÉTICAMENTE COMPROBADOS.**

## **CHAPTER I**

**DIAGNOSIS OF PROJECT: BREEDING *Pinus Maximinoi* HE Moore, THROUGH THE ESTABLISHMENT OF GENETICALLY PROVEN SEED ORCHARDS**

## 1.1. Presentación

El proyecto denominado: Mejoramiento genético de *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados, se encuentra desarrollado por el grupo DeGuate. Este grupo surge de la integración de seis instituciones, miembros activos dentro de gremial forestal los cuales son: Lignun, Efifores, Finca Magdalena, Refinsa, Pilonos de Antigua y maderas el Alto. Además cuenta con el apoyo técnico de CAMCORE (Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centroamérica y México) y de INAB (Instituto Nacional de Arboles y Bosques).

Dicho proyecto es pionero en Guatemala en lo referente al tema de mejoramiento genético de especies de pino, principalmente las provenientes de material vegetal maduro. Debido a que no se cuenta con documentos publicados a la fecha, referentes del tema. Por lo cual surge la necesidad de contar con parámetros o premisas de evaluación que sean aplicables a las condiciones del territorio nacional. Todo ello como respuesta a la carencia de semilla certificada de calidad que pueda incrementar el IMA (Incremento medio anual) y a su vez la calidad de la madera, reflejándose en el aumento de las ganancias al final del turno de corte y a su vez a la baja de costos.

Por ello surge la necesidad de conocer las fortalezas y debilidades con que cuenta el proyecto. Con ello lograr sentar los precedentes para posteriores proyectos de mejoramiento genético en *Pinus Maximinoi* H. E. Moore y a su vez poder adaptar el mismo a otras especies forestales que se encuentran dentro del Territorio Guatemalteco.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar la situación actual que presenta el proyecto mejoramiento genético de *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar las fortalezas que presenta el proyecto mejoramiento genético de *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados.
- b) Establecer las debilidades que presenta el proyecto mejoramiento genético de *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados.
- c) Generar información para futuros proyectos que se puedan implementar en cuanto a mejoramiento de especies forestales se refiere.
- d) Formular sugerencias y/o recomendaciones para los problemas señalados en la investigación.

## **1.3. Metodología**

La metodología utilizada para la realización del presente trabajo de diagnóstico se llevó a cabo de la siguiente forma.

### **1.3.1. Fase de Gabinete**

La fase de gabinete constó a su vez de varios pasos los cuales fueron

- A. Documentación: En este paso se obtuvo el anteproyecto presentado ante CENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología) por medio del grupo DeGuate. A su vez se realizó una revisión bibliográfica acerca de cada uno de los términos y procedimiento a emplearse dentro del proyecto.
- B. Reuniones: Se sostuvieron varias reuniones con los representantes de cada una de las empresas que se encontraban apoyando el proyecto, siendo estas Pilonas de

Antigua representada por el Ingeniero Agrónomo Guillermo García, Lignun por la licenciada Evelyn Bosh de Chacón, REFINSA por Ingeniera Nely Ramírez y EFIFOREST por el Ingeniero Agrónomo Gyovani Reyes. En las cuales se obtuvo información general del proyecto tanto de actividades desarrolladas y por desarrollar, objetivos, alcances y manejo tanto administrativo como financiero. Dicha información fue anotada y posteriormente se evaluó en base a un FODA.

- C. Entrevista: Se llevó a cabo con el Ingeniero Elmer Gutiérrez representante de CAMCORE para Guatemala, referente a la metodología planteada para el proyecto de mejoramiento genético, así como de la experiencia adquirida de CAMCORE en cuanto a temas de mejoramiento forestal se refiere.

### **1.3.2. Fase de análisis de la información**

Esta fase se constituyó en la etapa final del diagnóstico, en la cual se recopiló y analizó cada uno de los datos obtenidos referentes a la metodología, aplicación y antecedentes con que se cuenta en la ejecución del proyecto de mejoramiento genético, con el fin de poder brindar las conclusiones del mismo y a su vez aportar sugerencias y/o recomendaciones en bien del proyecto.

## **1.4. Resultados**

Los principales resultados encontrados al momento de realizar el diagnóstico del proyecto fueron:

### **1.4.1. Fortalezas**

Dentro de las principales fortalezas encontradas en el proyecto de mejoramiento genético se encuentran:

- A. La implementación del primer programa de mejoramiento genético de Pinofitas en Guatemala.
- B. El manejo de objetivos multidisciplinarios dentro del proyecto entre los cuales se pueden encontrar desde sociales, ecológicos y económicos.
- C. El apoyo de la iniciativa privada para promover proyectos de estudio referentes a especies forestales en Guatemala.
- D. La evaluación de distintas metodologías de reproducción asexual para la obtención de plantas a través de material vegetal proveniente de plantas madres maduras.

- E. Elaboración de la metodología para la propagación de *Pinus Maximinoi* H. E. Moore a través de material vegetal proveniente de plantas madres maduras.

#### **1.4.2. Debilidades**

Mientras que las debilidades encontradas en el proyecto fueron:

- a) No se cuenta con un investigador principal asignado que pueda manejar el proyecto tanto para la toma de decisiones, ejecución de presupuesto, planificación de actividades, definición y evaluación de metodologías así como también para servir de fuente de información y contacto entre el personal de campo, viveros y representantes de las instituciones que conforman el grupo DeGuate.
- b) El inicio del proyecto fue de una forma desorganizada y no se evaluaron pertinentemente cada una de las actividades que se ejecutaron.
- c) Por ser un proyecto pionero no se cuenta con la certeza de que la metodología planteada para la ejecución del mismo tenga resultados del 100%.
- d) El presupuesto establecido para la ejecución del proyecto no cubre los costos de las actividades a desarrollar, debido a la declinación de algunas empresas en seguir aportando capital.
- e) La disminución de empresas aportadoras de capital para la ejecución del proyecto.
- f) La convocatoria realizada para el concurso de los mejores ejemplares no tuvo el alcance proyectado, por lo cual no se cuenta con suficientes ejemplares para lograr la cantidad proyectada de individuos a trabajar (120 árboles).
- g) No se cuenta con material y equipo destinado únicamente para la ejecución del proyecto.

#### **1.5. Conclusiones y Recomendaciones**

Con base en las debilidades y otros aspectos evaluados del proyecto se proponen una serie de recomendaciones y conclusiones para la continuidad del proyecto, los cuales son:

- a) El proyecto de mejoramiento genético de *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados representa un impacto positivo en cuanto al tema de investigación forestal en Guatemala se refiere. Además de promover las bases para futuras investigaciones y al mismo tiempo se ve reflejado el interés de la iniciativa privada en poder apoyar y financiar proyectos de dicha índole.
  
- b) Es necesario realizar una evaluación y con base en ella poder replantear el presupuesto general de ejecución del proyecto.
  
- c) Evaluar y definir si se trabajará con las cuatro zonas: verapaces, central, Jalapa y sierra de las minas, las cuales habían sido establecidas previamente, o si se trabajara únicamente con las áreas y ejemplares que ya se encuentran identificados.
  
- d) Realizar cartas de compromiso de las instituciones y/o personas individuales que apoyen al proyecto y a su vez dejar plasmados los beneficios de los cuales son poseedores.
  
- e) Delegar al investigador principal y por ende que este asuma cada una de las atribuciones encomendadas.



## **CAPÍTULO II**

**EVALUACIÓN DE TRES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN COMBINACIÓN CON DOS SUSTRATOS Y TRES TIPOS DE CORTE, PARA EL ENRAIZAMIENTO DE BROTES VEGETATIVOS DE *Pinus maximinoi* H. E. moore.**

### **RESEARCH**

**EVALUATION OF THREE LEVELS OF INDOLEBUTYRIC ACID IN COMBINATION WITH TWO SUBSTRATES AND THREE TYPES OF COURT FOR ROOTING VEGETATIVE SHOOTS *Pinus maximinoi moore*.**

## 2.1. Presentación

El sector forestal guatemalteco afronta una creciente demanda de semilla certificada, tanto para el sector privado como para bosques comunitarios y plantaciones. Dicha demanda no se ve cubierta por la poca oferta existente, aunado a ello las instituciones que conforman el sector forestal han expresado tener limitantes al acceso de semilla genética de calidad y semilla mejorada. El Programa de Incentivos Forestales, PINFOR, se ha convertido en uno de los principales impulsores de esta demanda (INAB, IARNA/URL, 2012).

Dentro de las especies prioritarias de pino que el sector forestal emplea con mayor frecuencia en el establecimiento de plantaciones se encuentran: *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. maximinoi*, ocupando esta última especie un lugar relevante, debido a sus 17,924.11 hectáreas (correspondiendo al 17.52) que existen de plantación, considerándose como la mayor dentro de las diez especies prioritarias empleadas en plantaciones del INAB (INAB, IARNA/URL, 2012).

Según las proyecciones de PINFOR para el año 2016, se encuentran incluidas 26,000 hectáreas de reforestación, empleando para ello plantaciones convencionales sin mejora genética de *Pinus maximinoi*. Se ha tenido la necesidad de buscar y a su vez ampliar más fuentes semilleras, idealmente de semilla mejorada, resaltando con ello la urgencia de impulsar en el país la mejora genética de esta especie.

Como respuesta a esta problemática el grupo DeGuate desarrolló el proyecto denominado Mejoramiento genético de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados. El cual tiene entre uno de sus objetivos la implementación del primer programa de Mejoramiento genético para pinos en el país y el desarrollo de criterios técnicos para conservar y propagar la especie. Además de incrementar la productividad de las plantaciones y acelerar el crecimiento de las mismas para obtener cosechas rentables.

Como metodología de dicho proyecto se seleccionaron e identificaron ejemplares Clase 1 de *Pino maximinoi* H. E. Moore como material genético superior. Con el objetivo de poder reproducir asexualmente el mismo por medio de las técnicas de injerto y acodado aéreo. Sin embargo estas técnicas requieren de mucha inversión económica y conocimiento

técnico por parte del personal de campo.

Como aporte al proyecto surge el presente trabajo de investigación, consistiendo en la evaluación de la técnica de enraizamiento de estacas, como una alternativa más de reproducción asexual y a su vez tiene como finalidad bajar los costos de producción de planta y promover mayor eficiencia en el proceso. Debido a que con el método de injertos se estimó que la especie en estudio es altamente incompatible, por presentar porcentajes por debajo del 5% de prendimiento. Por otra parte con el método de acodado aéreo se necesita que el personal de campo encargado de la hechura de los mismos sea altamente calificado tanto para realizarlos como para escalar los ejemplares.

El experimento se llevó a cabo en los viveros de la empresa Pilonos de Antigua, Antigua Guatemala. Utilizando para ello 4 ejemplares seleccionados Clase 1 de *Pinus maximinoi* H.E. Moore del proyecto de mejoramiento genético mencionado anteriormente, seleccionados con criterios en base fenotípica y características deseables para el aprovechamiento. Estos ejemplares se encuentran ubicados en: Universidad Rafael Landívar, (San Juan Chamelco A.V.), Prados de Zorzoya (San Lucas Sacatepéquez), Finca Hacienda Vieja (La Unión Barrios, Salamá), Finca Agroforestal la Colina (Mataquescuintla, Jalapa).

A su vez se evaluaron distintas concentraciones de ácido indobutírico en combinación de dos sustratos con tres distintos tipos de corte, los cuales fueron:

- a. Concentraciones de ácido indolbutírico: 5,000 ppm, 10,000 ppm y 15,000 ppm siendo aplicados por medio del método de inmersión rápida.
- b. Tipos de sustrato: arena blanca y Peat-Moss.
- c. Tipo de corte en la base: corte en V o cuña, corte con un ángulo de 45 grados y corte con un ángulo de 90 grados.

Todo ello con el fin de obtener plantas clonadas de *Pinus maximinoi* H. E. Moore a partir de plantas padre maduras; para poder reproducir árboles con características superiores, y a su vez lograr la obtención de plantas que alcancen el estadio reproductivo antes que las que se derivan a partir de semillas.

## **Presentation**

The Guatemalan forestry sector faces a growing demand for certified seeds for both the private sector and community forests and plantations; such claim is not covered by the limited existing supply, together with the institutions that make it the forestry sector have expressed limiting access to genetic quality seed and improved seed. The Forestry Incentives Program, PINFOR, has become one of the main drivers of this demand (INAB, IARNA / URL, 2012).

Within the priority species of pine forestry most often used in establishing plantations are *Pinus oocarpa*, *P. caribaea* var. *Hondurensis* and *P. maximinoi*, the latter species occupy an important place due to their 17,924.11 hectares (corresponding to 17.52) existing planting, considered as the largest in the ten priority species used in plantations INAB (INAB, IARNA / URL, 2012).

According to projections PINFOR 2016, 26,000 hectares are included reforestation, employing conventional breeding plantations without *Pinus maximinoi*. Resulting in the need to seek further expand and in turn seed sources, ideally improved seed, thereby highlighting the urgency of boosting the country in the genetic improvement of this species. In response to this problem the DeGuate group developed a project called Genetic Improvement of *Pinus maximinoi* HE Moore, through the establishment of seed orchards genetically tested. Which has between one of its objectives the implementation of the first program for genetic improvement in the country pine and development of technical criteria to conserve and propagate the species. Besides increasing plantation productivity and accelerate growth thereof for cash crops.

The methodology of this project were selected and identified specimens Pino Class 1 *maximinoi* HE Moore as superior genetic material. In order to be able to reproduce asexually through the same grafting techniques and layered air. However these techniques require much financial investment and technical knowledge by the field staff.

As part of this project research emerges, consisting of the evaluation of the technique rooting cuttings as an alternative of asexual reproduction and in turn aims to lower the cost of plant production and promote greater efficiency in the process. Because the method of grafting was estimated that the species under study is highly incompatible, to present rates

below 5% engraftment. In addition to the method of layered air needs to field staff responsible for the making of the data is both highly qualified to perform them as to scale specimens.

The experiment was conducted in the nursery of the company pylons Antigua, Antigua Guatemala. Using 4 issues selected for this Class 1 maximinoi HE Pinus Moore breeding project above criteria based on phenotypic characteristics and desirable for use. These samples are located in: Universidad Rafael Landivar (San Juan Chamelco AV) Zorzoya Meadows (San Lucas Sacatepequez), Finca Vieja Hacienda (La Union Barrios, Salama), Hill Farm Agroforestry (Mataquescuintla, Jalapa).

In turn indobutírico different acid concentrations were assessed in combination of two substrates with three different types of cut, which were:

- a. Indolebutyric acid concentration: 5,000 ppm, 10,000 ppm and 15,000 ppm being applied by the method of rapid immersion.
- b. Substrate types: white sand Peat-Moss.
- c. Type cut at the base: V or wedge cut, cut at an angle of 45 degrees and cut at an angle of 90 degrees.

All this in order to obtain plants of Pinus cloned maximinoi HE Moore; to reproduce trees with superior characteristics, and in turn achieve obtaining plants reach the reproductive stage earlier than those derived from seeds.

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Descripción de *Pinus maximinoi* H.E. Moore

#### A. Clasificación taxonómica

- Reino: **Plantae**
- División: **Spermatophyta**
- Clase: **Coniferae**
- Orden: **Pinales**
- Familia: **Pinaceae**
- Género: **Pinus**
- Especie: ***Pinus maximinoi***

Nombre común: Pino canis

Sinónimos del nombre común: Pino candelillo (Guatemala); Pino llorón (Honduras);

Pinabete (Pérez 2009).

#### A. Descripción botánica

**Copa:** Este árbol posee una copa muy densa y amplia, con ramillas horizontalmente verticiladas y ángulo recto. Presenta follaje denso verde grisáceo o verde azulado mate, notoriamente colgante (Pérez 2009).

**Dimensiones:** Puede llegar a medir desde 20 a 30 metros de altura, con un diámetro de 100 centímetros.

**Hojas:** Cuenta generalmente con cinco acículas por fascículo, con una longitud de 20 a 27 centímetros y 0.7 a 0.1 milímetros de ancho, mientras que las vainas miden de 1.4 a 1.7 mm, estomas presentes en la superficie dorsal y ventral, márgenes finamente serrados. Usualmente con dos canales resiníferos medios. Vainas persistentes con una longitud de 12 a 18 milímetros (Pérez 2009).

**Conos:** Son largamente ovoides u oblongos, simétricos de color marrón-rojizo, con dimensiones de 5 a 8 raramente 11 centímetros de largo y de 4 a 7 centímetros de ancho, con un pedúnculo oblicuo que se mantiene unido al cono cuando éste cae. Apófisis ligeramente rugosa y plana, presenta escamas suaves y delicadas. Se encuentran en grupos de 3 a 4 en las ramas (Pérez 2009).

**Corteza:** lisa y delgada de 2 a 4 cm en placas grandes rectangulares, cuando es vieja tiende a quebrarse en plaquetas elongadas con fisuras que presentan una coloración café rojiza en la parte interna mientras que la externa de color gris.

**Madera:** presenta un color castaño pálido, superficie medianamente lustrosa, olor agradable y sabor característico, textura fina y grano recto. Presenta un peso específico de 0.44 a 0.50 g/cm<sup>3</sup> ligeramente liviana, moderadamente fácil de trabajar, fácil de tratar con preservantes, y con buena velocidad al secado, con la característica de no presentar defectos (Pérez 2009).

#### 2.2.2. Distribución y hábitat

Se encuentra distribuido naturalmente desde el sur-este de México, centro de Guatemala y honduras, norte de San Salvador hasta el nor-oeste de Nicaragua. Ver cuadro 1.

**Cuadro 1. Área de distribución natural de *Pinus maximinoi* H. E. Moore**

País	Localidad para la que se reporta	Autores
México	Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Estado de México, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Veracruz, y Tlaxcala	Shaw (1909), Martínez (1948), Looock (1950), Mirov (1961), Mittak y Perry (1979), Perry (1991), Farjon y Styles (1997).
Guatemala	Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, El Progreso, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Quetzaltenango, Quiché, Sacatepéquez, Solola, y Zacapa	Schwerdtfeger (1953), Standley y Steyermark (1958), Aguilar (1961), Gutierrez (1977), Farjon y Styles (1997).
Honduras	El Paraíso, Comayugua, Copán, Cortés, Francisco Intibuca, Lempira, Morazán, Olancho, y Santa Barbara	Molina (1964), Styles y Hughes (1983), Farjon y Styles (1997).
El Salvador	Chalatenango, Morazán, San Salvador y Santa Ana	Schmutzenhofer (1975), Mittak y Perry (1979), Farjon y Styles (1997).
Nicaragua	Estelí, Jinotega, Madriz y Nueva Segovia	Hughes y Gibson (1985), CMG/BSF (1994), Farjon y Styles (1997).

Fuente: Artiaga y Pérez (2001).

El rango altitudinal en el cual se le puede encontrar es de 600 a 2,400 metros sobre el nivel del mar y precipitaciones que oscilan entre los 1,000 a 2,400 mm. Con temperaturas

de 18 a 21 grados centígrados (González 2004).

Suele encontrarse asociado con las especies de *Pinus oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. Herrerae*, *P. Tecunumanii*, *P. rudis* y *Cupressus lusitanica*. Los suelos en los que crece se caracterizan por ser suelos fértiles, con buen drenaje, profundos y con un contenido alto de materia orgánica, Además suelen ser húmedos y ácidos comprendidos en pH de 4.5 a 7.5 (González 2004, Fonseca 2006).

### 2.2.3. Características de frutos y semillas

A. **Estróbilos:** Los estróbilos femeninos denominados como conillos (Megastróbilos) se producen en mayor cantidad en los meses de febrero y marzo, aunque algunas veces es posible encontrar algunos en la primera semana de abril, de lo cual se deduce que los meses de febrero y marzo existe mayor fecundación. Mientras que la época de apertura de conos naturalmente o dispersión de semillas se produce en los meses de marzo, abril y mayo (Gutierrez 2002).

Los estróbilos masculinos en rodales naturales inician en el mes de noviembre, siendo la época de mayor dispersión de polen a finales de febrero y marzo (Castillo 2004).

B. **Semilla:** La semilla presenta una coloración marrón oscura y mide de 5 a 7 milímetros de largo y 5 milímetros de ancho, con alas articuladas de color marrón claro amarillento, con 6 y 7 cotiledones con dimensiones de 16 a 20 milímetros de largo y 8 milímetros de ancho. En rodales naturales el proceso de fecundación hasta la dispersión de la semilla presenta una duración de 12 a 14 meses.

C. **Calidad Física de la semilla:** La semilla presenta un contenido de humedad inicial que oscila entre los rangos de 9.7 a 10.9%. Reportando porcentajes de germinación del 84 al 95% y a su vez porcentajes de pureza comprendidos del 90 al 99%. Se logran encontrar 50,000 a 74,00 semillas por kilogramo.

D. **Germinación:** La semilla presenta una germinación de tipo epigea, la cual inicia a los siete días después de la siembra y concluye en el rango de los 15 a 17 días después Castillo (2004).

### 2.2.4. Descripción de la madera

Según Fonseca (2006) las principales características que presenta la madera de *Pinus*



*maximinoi* H. E. Moore son:

- A. Grano: derecho
- B. Textura: Media
- C. Olor de la madera: Aromático
- D. Sabor de la madera: ausente
- E. Duramen: Moderadamente resistente a la pudrición por hongos.
- F. Propiedades físicas: Peso específico 0.50 a 0.76 gramos por centímetro, 0.44 a 0.50, 0.41 moderadamente pesada. Presentando una densidad media.

### **2.2.5. Principales usos**

Por lo general es empleado en la carpintería en artículos de torneado, chapas, juguetes, decoración de interiores, cortinas o persianas, muebles, revestimientos, molduras, transmisión eléctrica y telefónica, construcciones livianas, pulpa de papel, carbón, leña, gabinetes, mesas, sillas, madera aserrada ornamental, reforestación (Fonseca 2006, Ávila 2003).

### **2.2.6. Propagación vegetativa**

Mesén (1998), Gárate (2010) señalan que la propagación vegetativa no es nada más que el propiciar una copia, manteniendo en todo momento las características fisiológicas y genéticas del árbol padre a partir de un órgano, una célula o un tejido. Radicando la importancia de este en el mejoramiento genético de la planta a su descendencia, al multiplicar genotipos superiores y aumentando la ganancia genética en cortos periodos.

#### **A. Propagación vegetativa a través de estacas.**

Se le denomina estaca a una porción separada de la planta, provista de hojas y yemas caulinares, la cual es inducida a formar raíces y brotes por medio de manipulaciones químicas sean estas mecánicas y/o ambientales (Gárate, 2010).

### **Tipos de estacas**

En base al tipo de material vegetal del cual se extrae la estaca se clasifican en:

#### **a. Estacas de tallo**

Dentro de las estacas de tallo se encuentran:

**i. Estacas de madera dura**

En este tipo de estaca según Gárate (2010) destaca dos tipos de madera dura, la proveniente de especies deciduas y la de siempreverdes de hoja angosta.

Las de especies deciduas se obtiene la estaca antes de que los brotes de primavera aparezcan, justo después de que han caído todas las hojas, mientras que los provenientes de hojas siempreverdes debe de tenerse especial cuidado de ser enraizadas en un ambiente que prevenga un secamiento excesivo, tomando en cuenta que el material vegetal que proviene de plantas viejas enraízan con más dificultad que las provenientes de plantas jóvenes.

**ii. Estacas de madera semidura**

Estas provienen de especies leñosas, de hoja ancha, siempreverdes, es recomendable la obtención de este material vegetal cuando ha pasado un periodo de crecimiento y a su vez la madera se encuentra madura. Cada estaca oscila entre el rango de 7.5 a 15 cm de longitud, manteniendo follaje en la parte superior, el corte basal debe de realizarse por debajo de un nudo (Gárate 2010).

**iii. Estacas herbáceas**

Este tipo de estacas es comúnmente utilizado en la floricultura, presentan una longitud entre el rango de los 7 a 12 centímetros de longitud, por lo general no es necesario aplicar sustancias estimuladoras (Gárate 2010).

**b. Estacas de hojas**

No cualquier planta puede ser propagada por estaca de hoja, existe un número limitado de especies en las cuales se puede utilizar. Se denomina así a las estacas que se encuentran formadas únicamente por una parte de la hoja o una entera. Produciendo raíces en la cara inferior del limbo, en la base del peciolo y la base del limbo (Gárate 2010).

**c. Estacas de raíz**

Por lo general se utiliza en especies que producen retoños libremente. Al momento de plantar estas estacas es muy importante mantener la polaridad correcta, plantando el extremo proximal de tal forma que este se mantenga hacia arriba.

## **B. Factores de la célula por las que se obtienen individuos a partir de estacas.**

La obtención de individuos a partir de estacas es posible debido a la capacidad de regeneración de estructura existente en la planta, contenida en el núcleo de la célula, debiéndose a los siguientes factores que poseen:

- a. **Totipotencia:** información genética que contiene en el núcleo la célula vegetal viviente, basándose en la mitosis a través de la reproducción somática, en la cual se encuentra la información necesaria para poder reconstruir todas las partes y funciones de la planta.
- b. **Desdiferenciación:** Capacidad de la célula madura que consiste en el desarrollo de un punto nuevo de crecimiento por medio de volver a una condición meristemática (Hartman y Kesler, 1998).

Por medio de la propagación vegetativa se puede asegurar la conservación de un germoplasma valiosos. Mientras que desde un punto de vista genético permite la obtención de descendencias homogéneas por medio de clones. Evitando con ello prolongados períodos juveniles, acortando la madures reproductiva así como también eliminación del uso de semillas.

### **2.2.7. Formación de raíces adventicias**

Los complejos procesos anatómicos y fisiológicos que forman las raíces adventicias son resultado de la acción combinada entre los cofactores de enraizamiento que se promueven en las hojas, yemas y las auxinas.

#### **A. Tipos de raíces adventicias**

Según Hartmann y Kesler (1998) existen dos tipos de raíces adventicias las cuales son:

##### **a. Raíces pre formadoras**

Son las raíces se desarrollan de forma natural.

##### **b. Raíces de lesiones**

Este tipo de raíz se desarrolla únicamente como respuesta a una lesión con el objetivo de repararla, quedando expuestas las células conductoras del xilema y las células muertas sobre la superficie cortada. Dando paso al proceso de cicatrizado y

regeneración el cual se lleva a cabo de la siguiente manera:

- i. Formación de suberina que consiste en la formación de una placa necrótica con el fin de sellar la herida con un material suberoso. Para luego tapar el xilema con goma.
- ii. Las células que se encuentran detrás de la zona de corte se dividen y dan paso a parénquima formando con ello lo que se denomina callo.
- iii. Alrededor del cambium se comienzan a formar primordios radiculares.
- iv. Concluyendo con el desarrollo y emergencia de raíces nuevas.

### **2.2.8. Factores que inciden en la formación de raíces**

Hartmann y Kesler (1998) indican que los principales factores que influyen en el enraizamiento de las plantas se dividen en dos grandes grupos los cuales son:

#### **A. Factores endógenos**

##### **a. Edad de la planta madre**

La fisiología y las características de desarrollo de los árboles van cambiando conforme este envejece. Mostrándose entre los principales cambios la disminución de enraizamiento en las estacas provenientes del fuste.

Además en los programas clónales se toma a la edad de la planta madre como una limitante debido a que al identificar a un clon superior en un ensayo de campo esté ya pudo haber perdido la habilidad de propagarse. Tomando en cuenta también que las estacas provenientes de plantas madres cuya edad sea avanzada crecerán más despacio que las plántulas o estacas juveniles (CAMCORE 2007).

##### **b. Condiciones nutricionales de la planta madre**

Estos influyen en el desarrollo de las raíces y los tallos de las estacas, principalmente los factores internos como el contenido de cofactores de enraizamiento, auxinas y las reservas de carbohidratos.

En la fase de inducción de raíces, estas utilizan de las estacas los nutrientes endógenos los cuales son trasportados basipetamente a partir de los brotes.

##### **c. Nivel de la auxina**

En las hojas y yemas de las plantas se da el proceso de síntesis de auxinas, las

cuales en células no diferenciadas dan origen a la síntesis de ácido ribonucleico el cual es el encargado de la iniciación de los primordios en las raíces adventicias de los tallos (Hartmann y Kesler, 1998).

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

Para Hartmann y Kesler, (1998) existen diversas formas en las cuales se pueden tomar las estacas de la planta madre, siendo estas de ramas terminales o bien de ramas laterales siendo estas las que mejor respuesta presentan al enraizado debido a que en ellas se ha producido la disminución del crecimiento rápido y ha ido formando una reserva o acumulado de carbohidratos. También asegura que las estacas provenientes de partes basales son efectivas para enraizar debido al alto contenido de reservas que estas manifiestan, aunque también se hace la aseveración que para otras plantas las estacas terminales son mejores para propiciar el enraizamiento debido a que se encuentran en producción de sustancias endógenas, o también porque existe menor diferenciación en las células, facilitando a la vez el que las mismas se conviertan a células meristemáticas.

**e. Tipo de madera seleccionada para estaca**

Pueden variar desde las ramas terminales muy suculentas de crecimiento hasta las de madura dura de varios años de edad. Esto es en función del tipo de planta con el cual se va a trabajar, lo que sea bueno para una puede variar para otra (Hartmann y Kesler, 1998).

**f. Longitud y diámetro de la estaca**

Este otro factor también es variable y al igual que el factor anterior varía en función de la especie con la cual se esté trabajando. En algunas el tamaño de la estaca está dado por el patrón de las longitudes existentes entre nudos (Hartmann y Kesler, 1998).

En tamaños de 3 a 6 centímetros son apropiadas para especies forestales y a su vez deben de presentar diámetros comprendidos entre los 3 a 6 milímetros.

**g. Superficie y retención foliar de la estaca**

Es importante el que las estacas contengan hojas, debido a que influyen la

estimulación de la iniciación de las raíces, atribuido a que se transportan desde ella hasta la parte basal de la estaca las auxinas y carbohidratos (Hartmann y Kesler, 1998).

## **B. Factores exógenos**

### **a. Temperatura del ambiente y sustrato**

Temperatura: Con este factor Hartmann y Kesler (1998) recomiendan temperaturas mayores para la base de la estaca (área a desarrollar raíz) y mientras tanto para la etapa terminal temperaturas menores. Es por ello que se dice que este es un factor (temperatura) que regula la producción de las raíces.

### **b. Luz**

Este es un factor indispensable cuando las estacas contienen hojas debido a que estas elaboran los fotosintatos requeridos en el crecimiento e iniciación de las raíces. Mientras que las estacas de madera dura no dependen de las hojas debido a que estas contienen un almacén de carbohidratos. Aunque en algunas plantas cuando las necesidades de auxinas son satisfechas extremadamente se ha detectado que la luz se convierte en un agente inhibidor de la iniciación de raíces (Hartmann y Kester, 1998)

### **c. Sustrato**

Hartmann y Kester (1998), afirma que en plantas difíciles de enraizar el medio en el cual se desarrollen juega un papel muy importante debido a que dependiendo de este será el porcentaje de enraizamiento y la calidad del sistema radicular que esté presente, a su vez se debe de tener en cuenta los factores siguientes:

- i. Oxígeno: Este factor tendera a variar dependiendo de los requerimientos de la especie, convirtiéndose en un factor esencial.
- ii. Porosidad: debe de existir suficiente porosidad en el sustrato con el objetivo de permitir una buena aireación y a su vez una alta capacidad de retención de agua pero al mismo tiempo debe de presentar buen drenaje.
- iii. Sanidad: El sustrato debe de estar libre de cualquier patógeno o insecto que pueda propiciar enfermedades en las estacas principalmente en las de

madera suave. Mientras que para el material proveniente de madera semidura debe de procurarse en la medida de lo posible el que se encuentre libre de hongos y bacterias que puedan dañar las estacas.

#### **d. Reguladores de crecimiento**

Los reguladores de crecimiento son hormonas vegetales o compuestos sintéticos que intervienen modificando los procesos fisiológicos de la planta, imitan a las hormonas al regular el crecimiento.

Según Weaver, citado por Ávila (2003) los reguladores de crecimiento son todos aquellos compuestos orgánicos presentes en pequeñas concentraciones que modifican (fomentan o inhiben) los procesos fisiológicos vegetales. Encontrándose dentro de ellos las auxinas, giberelinas, citoquininas y los ácidos abscísicos conocidos en sus siglas ABA.

Dentro de los reguladores de crecimiento más utilizados para inducir el enraizamiento en estacas se encuentran las auxinas, dentro de las cuales sintéticamente se trabaja con ANA (ácido naftalenacético) e IBA (ácido indolbutírico). Siendo este último uno de los más persistentes debido a que es Según Hartmann y Kesler (1998) las auxinas presentan la peculiaridad de que al momento de ser aplicadas en las estacas aumentan la uniformidad del crecimiento de las raíces así como su iniciación.

### **2.5. Auxinas**

Según Hartmann y Kesler (1998) las auxinas tienen la característica al momento de ser aplicadas en las estacas de aumentar la uniformidad del crecimiento de las raíces así como su iniciación.

Estas auxinas pueden ser naturales generadas por la misma planta como lo son el ácido indolacético conocido por sus siglas AIA, que se encuentra presente en distintos tejidos vegetales. También se encuentra el ácido indolacetonitrilo conocido con sus siglas IAN. Mientras que dentro de las auxinas sintéticas se encuentra el ácido indolbutírico (IBA). Siendo muy efectivo por desplazarse muy despacio (Ovalle 2010).

#### **2.2.9. Mecanismos de acción de las auxinas**

Las auxinas provocan que la célula se expanda al ingresar agua al interior de la misma, esto es como consecuencia de la pérdida de presión de turgencia de la misma. Debido a

que la auxina incrementa en gran parte la flexibilidad de la pared de las células. (Weaver 1985)

### **2.2.10. Efectos biológicos de las auxinas**

Weaver (1985) señala que los principales efectos biológicos importantes que manifiestan las auxinas al ser aplicadas a las plantas son:

- a) Inducción del amarre de los frutos.
- b) Desarrollo de frutos jóvenes.
- c) Iniciación de la formación de raíces en varias especies.
- d) Estimulación de la división celular.

### **2.2.11. Métodos de aplicación de reguladores de crecimiento**

Weaver (1985) enumera y describe tres métodos utilizados para la aplicación de reguladores de crecimiento en estacas los cuales son:

#### **A. Método de inmersión rápida.**

Este método consiste en sumergir los extremos basales de las estacas en una solución de concentración conocida por 5 segundos. Luego de ser absorbido el producto (evaporación de la solución utilizada) se colocan las estacas en el medio de enraizamiento. Las ventajas que manifiesta son:

- a) La solución puede ser utilizada varias veces
- b) Es menos toxico para el material a trabajar (Weaver, R. 1985).

#### **A. Método del espolvoreado**

Weaver (1985) indica que este método consiste en la aplicación de un polvo fino inerte o talco, dependiendo de las concentraciones a evaluar o trabajar. Este es aplicado en el área basal a enraizar previo a ser humedecida con agua, para luego ser introducido dentro del sustrato para enraizamiento. Las principales desventajas que presenta son: Utilización de una mayor cantidad de producto debido a la contaminación a la cual se expone al manipularla. Puede causar toxicidad. El producto puede desprenderse de la estaca al ser insertada en el sustrato.



### **B. Método de remojo prolongado.**

Este método consiste en colocar en remojo por 24 horas las estacas dentro de una solución de hormona antes de ser plantado. La principal desventaja que presenta es el no poder controlar la cantidad de regulador aplicada a cada estaca.

### **2.2.12. Características de los árboles clase**

Las principales características tomadas en cuenta para la selección de los árboles clase 1 fueron:

- a) Árboles dominantes (excepcionalmente codominante)
- b) Fuste recto y cilíndrico
- c) Diámetro superior al promedio prevaleciente en el rodal.
- d) Copa con diámetro pequeño y balanceado.
- e) Ramas con poco diámetro y la presencia de un ángulo de inserción lo más cercano a 90 grados.
- f) Libre de plagas.
- g) No ser árbol de borde

## **2.3. MARCO REFERENCIAL**

### **2.3.1. Localización**

#### **A. Ubicación geográfica**

El experimento se llevó a cabo dentro de los invernaderos de la empresa Pilonos de Antigua S.A. La cual se encuentra localizada en la finca la azotea entre 3 era. Calle poniente y 4ta. Avenida norte, en la carretera que conduce de Antigua Guatemala a Jocotenango.

#### **B. Coordenadas geográficas**

Las coordenadas geográficas en las cuales se encuentra ubicada la empresa de Pilonos de Antigua son:

- a) Latitud Norte: 14°36'57'

- Latitud Oeste: 90°38'37"

### **2.3.2. Aspectos climáticos y edáficos.**

#### **A. Altura sobre el nivel del mar**

La finca de Pilonos de Antigua se encuentra ubicada a una elevación de 1530.17 metros sobre el nivel del mar.

#### **B. Climatología**

La temperatura media prevaleciente en el lugar en donde se ubica la finca de Pilonos de Antigua es de 18.4°C, mientras que la máxima de 22.7°C y la mínima de 14°C.

Catalogando a su clima como una predominancia de templado y a su vez una precipitación pluvial que se mantiene alrededor de los 1100 a 1349 mm anuales.

#### **C. Zonas de Vida**

La zona de vida predominante en el área en donde se establecerá el experimento según MAGA 2002 es Bosque Húmedo Subtropical Templado.

### **2.3.3. Características generales del invernadero**

Las características generales que se manejaron dentro del invernadero en el cual se desarrollo el proyecto de investigación fueron:

- a) Humedad: los parámetros que se manejaron de humedad dentro del invernadero en el día se encontraron dentro de un rango de 80 a 90%, mientras que de noche se mantuvo en 95%.
- b) Temperatura: La temperatura mínima que se manejo durante el día fue de 25° C y la máxima de 35° C. Mientras que durante la noche se mantuvieron las temperaturas de mínima 20° C y la máxima de 25° C.

### **2.3.4. Procedencias**

Las procedencias de las cuales se extrajo el material vegetal de las plantas superiores fueron:

#### **A. Universidad Rafael Landívar, (San Juan Chamelco A.V.)**

El ejemplar se encuentra a una altitud de 1416 msnm. Presentando las siguientes características morfométricas: diámetro a la altura del pecho (DAP) de 52.8 cm; altura total de 36 metros y una altura comercial de 22.5 metros. Se encuentra en la zona de vida

de holdridge denominada bmh-s (f) (MAGA 2002) Bosque muy húmedo subtropical frío.

El tipo de bosque es natural mixto, y a su vez se encuentra en un rango de edad que oscila entre los 35 a 40 años.

### **B. Prados de Zorzoya (San Lucas Sacatepéquez)**

Este ejemplar se encuentra a una altitud de 2084 msnm. Presentando las siguientes características morfométricas: diámetro a la altura del pecho (DAP) de 72 cm; altura total de 37 metros y una altura comercial de 25 metros. Se encuentra en la zona de vida de holdridge denominada bh-MB Bosque húmedo montano bajo subtropical (MAGA 2002).

El tipo de bosque es natural mixto, y a su vez se encuentra en un rango de edad que oscila entre los 35 a 40 años.

### **C. Finca Hacienda Vieja (La Unión Barrios, Salamá)**

El ejemplar seleccionado se encuentra a una altitud de 1579 msnm. Presentando las siguientes características morfométricas: con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 87.4 cm; altura total de 48 metros y una altura comercial de 26.6 metros. Se encuentra en la zona de vida de holdridge denominada bh-MB Bosque húmedo montano bajo subtropical (MAGA 2002).

El tipo de bosque es natural mixto, y a su vez se encuentra en un rango de edad que oscila entre los 40 a 50 años.

### **D. Finca Agroforestal la Colina (Mataquescuintla, Jalapa).**

El ejemplar se encuentra a una altitud de 1531 msnm. Presentando las siguientes características morfométricas : diámetro a la altura del pecho (DAP) de 85 cm; altura total de 45 metros y una altura comercial de 32.6 metros. Se encuentra en la zona de vida de holdridge denominada bh-MB Bosque húmedo montano bajo subtropical (MAGA 2002) .

El tipo de bosque es natural mixto, y a su vez se encuentra en un rango de edad que oscila entre los 40 a 50 años.

## **2.4. Antecedentes**

Castillo (2004) realizó el trabajo de investigación titulado experiencias en la propagación

vegetativa de Pino candelillo *Pinus maximinoi* H.E. Moore, con énfasis en la utilización del ácido indol-3-butírico. En el cual utilizo estacas de la referida especie con una longitud de 6 cm de largo, provenientes de plantas madres que no sobrepasaban los 5 años de edad. Utilizo la arena blanca (pómez) como sustrato enraizador y aplico un tratamiento de 1,000 partes por millón de una solución de ácido indolbutírico. En donde encontré que el ácido indolbutírico estimulo el enraizamiento de estacas juveniles.

Rentería *et al.* (2006) evaluó la propagación vegetativa por medio de enraizamiento de estacas de la especie *Pinus jaliscana*. Utilizando para ello estacas provenientes de setos a una altura de 20 centímetros. . Utilizando como sustrato suelo de bosque y arena a una proporción 1:2 respectivamente. En el primer ensayo trabajo con estacas de un largo de 10 centímetros a las cuales fueron eliminadas dos tercios de las acículas desde la parte basal de la misma para aplicar la hormona. Trato las estacas con los productos comerciales Radix 10,000 y rhizopon AA # 3, conteniendo 10,000 partes por millón y 0.8 % de ácido indol-3-butírico. Mientras que en los otros dos ensayos únicamente los trato con rhizopon AA #3 , utilizando estacas de 5 centímetros de longitud sin la remoción de sus acículas. Obteniendo un 11% de enraizamiento de estacas.

Zazo *et al.* (1993) estudio la influencia de diversos factores sobre el enraizamiento de estaquillas de *Pinus pinaster*, *P. Pinea* y *P. Halepensis*, quien agrupo dichas especies en base a la edad: de uno a cinco años, de entre quince y veinte años por ultimo de más de cincuenta años. Tomando como material vegetal estaquillas tiernas o lignificadas, con yema terminal o brotes fasciculares. Utilizo las concentraciones de 1000, 5000 y 10,000 partes por millón de ácido indolbutírico (IBA), utilizando el método de inmersión rápida por 5 segundos. Como sustrato perlita o arena sílice con turba de fertilización media en proporción 1:1. Los resultados que obtuvo fueron para las especies de más de 50 años un porcentaje de enraizamiento que vario entre el 0 y 3% con marcadas diferencias entre genotipos, Mientras que las comprendidas en las edades de 15 a 20 años se encontró entre el 20 y 80%, mientras que las de uno o dos años el enraizamiento sobrepaso el 90 % en las tres especies.

Otro estudio realizado fue el publicado por Murillo *et al.* (2003) en la cual evalúa la metodología de como enraizar distintas especies aplicando ácido indolbutírico con

concentración de 1% en *Tectona grandis*, *Hieronyma alchorneoides*, *Ulmus mexicana* y *Voschysia* spp. Mientras que las especies de *Eucalytus* Spp. *Cupressus lusitánica*, *Alnus acuminata*, en dosis de concentración de 0.2% debido a la falta de tolerancia de concentraciones altas. Proponiendo como metodología los pasos siguientes: realizar un hoyo en la bandeja donde se sembrara la estaca para luego introducir la base de esta previamente tratada. El tratamiento que aplico fue el de introducir la base de la estaca dentro del enraizador en polvo y posteriormente retirar el exceso. Luego de haber sido sembradas todas las estacas con el procedimiento anterior se aplica riego.

En cuanto a el diámetro de estacas Pérez (1999) trabajo con *Tectona grandis* L. Y también con *Angiosperma megalocarpon* Muell.-Arg, *Cybistax donnell-smithii* (Rose) Seibert , *Tabebuina rosea* (Bertol.) DC, evaluando para estas la aparición de callos en la estaca y a su vez la presencia de brotes siendo las aplicaciones de concentración líquida con el método de inmersión rápida de IBA de 0.3% y 0.5% los que mejores resultados presentaron y de 0.1%, 0.2% y 0.3% de concentraciones utilizando el método de espolvoreado.

## 2.5. Objetivos

### 2.5.1. Objetivo General

Evaluar tres concentraciones de ácido indolbutírico en combinación con dos sustratos y tres tipos de corte, para el enraizamiento de brotes vegetativos de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.

### 2.5.2. Objetivos Específicos

- a) Comparar las dosis de ácido indolbutírico (IBA) aplicado a las estacas de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.
- b) Comparar los tipos de corte en la base de la estaca utilizados en *Pinus maximinoi* H. E. Moore.
- c) Comparar los sustratos utilizados en la siembra de las estacas de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.
- d) Comparar las procedencias de donde se extrajo el material vegetal para la realización de las estacas de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.

## 2.6. Metodología

Al momento de plantear el protocolo de investigación del presente trabajo, no se contaba con experiencias de enraizamiento en material proveniente de plantas madre maduras correspondientes entre los rangos de 35 a 50 años de edad de la especie de *Pinus maximinoi* H.E. Moore. Sin embargo existía información de enraizamiento en material juvenil proveniente de setos, el cual fue utilizado para la formulación de la metodología e implementación del ensayo.

### 2.6.1. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron un total de 72 tratamientos los cuales surgieron de la combinación de cada uno de los niveles de 4 factores:

- A: Tipos de sustrato: arena blanca y Peat-Moss.
- B: Concentraciones de ácido indolbutírico: 5,000 ppm, 10,000 ppm y 15,000 ppm siendo aplicados por medio del método de inmersión rápida
- C: Tipo de corte de la estaca vegetativa en la base: corte en V o cuña, corte con un ángulo de 45 grados y corte con un ángulo de 90 grados (ver figura 1).



**Figura 1. Tipos de corte realizados en las estacas vegetativas. Izquierda: corte en V. Centro: corte con ángulo de 45 grados. Derecha: corte con ángulo de 90.**

- D: Procedencias el material vegetal utilizado en la elaboración de las estacas

fue colectado en la Universidad Rafael Landívar, (San Juan Chamelco A.V.), Prados de Zorzoya (San Lucas Sacatepéquez), Finca Hacienda Vieja (La Unión Barrios, Salamá), Finca Agroforestal la Colina (Mataquescuintla, Jalapa).

Los 72 tratamientos (ver cuadros 2,3,4,5) a su vez se trabajaron con tres repeticiones haciendo un total de 216 unidades experimentales las que se dispusieron en un diseño completamente al azar como se aprecia en la figuras 2,3,4,5.

**Cuadro 2. Cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación.**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN			PROCEDENCIA
	SUSTRATO	CONCENTRACION IBA	CORTE DE LA BASE	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	Arena	5,000 ppm	Corte en V o cuña	Universidad Rafael Landívar, San Juan Chamelco, Alta Verapaz
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>		10,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>		15,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	Peat-moss	5,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>		10,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>		15,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 90 grados	

**Cuadro 3. Continúa cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación.**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN			PROCEDENCIA
	SUSTRATO	CONCENTRACIÓN IBA	CORTE DE LA BASE	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	Arena	5,000 ppm	Corte en V o cuña	Prados de Zorzoyà, San Lucas Sacatepèquez.
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>		10,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>		15,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	Peat-moss	5,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>		10,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>		15,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 90 grados	



**Cuadro 4. Continúa cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN			PROCEDENCIA
	SUSTRATO	CONCENTRACIÓN IBA	CORTE DE LA BASE	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	Arena	5,000 ppm	Corte en V o cuña	Finca Hacienda Vieja, La Unión Barrios, Salamá.
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>		10,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>		15,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	Peat-moss	5,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>		10,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>		15,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 90 grados	

**Cuadro 5. Continúa cuadro resumen de la composición de cada uno de los tratamientos utilizados, así como su codificación**

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN			
	SUSTRATO	CONCENTRACIÓN IBA	CORTE DE LA BASE	PROCEDENCIA
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	Arena	5,000 ppm	Corte en V o cuña	Finca Agroforestal la Colina, Mataquescuintla, Jalapa
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>		5,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>		10,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>		10,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>		15,000 ppm	Corte en V o cuña	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 45 grados	
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>		15,000 ppm	Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>		Peat-moss	5,000 ppm	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	5,000 ppm		Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	5,000 ppm		Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	10,000 ppm		Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	10,000 ppm		Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	10,000 ppm		Ángulo de 90 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	15,000 ppm		Corte en V o cuña	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	15,000 ppm		Ángulo de 45 grados	
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	15,000 ppm		Ángulo de 90 grados	

A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>

**Figura 2. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 1, procedente de la Universidad Rafael Landívar, San Juan Chamelco A.V**

A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>

**Figura 3. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 2, procedente de Prados de Zorzoya, San Lucas Sacatepequez.**

A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>

Figura 4. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 3, procedente de Finca Hacienda Vieja, La Unión Barrios, Salamá.

A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>4</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>4</sub>

Figura 5. Croquis de ubicación de cada uno de los tratamientos correspondiente al experimento 4, procedente de Finca Agroforestal la Colina, Mataquesuintla, Jalapa.

### 2.6.2. Unidad Experimental

Cada unidad experimental estuvo constituida por un tubete plástico con capacidad de 360cc, el que a su vez contenía una estaca de brote vegetativo para enraizar.

### 2.6.3. Modelo estadístico

Se utilizó un experimento factorial en un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio en una serie de cuatro experimentos.

Para el análisis combinado:

$$y_{ijklm} = \mu + \gamma_i + \alpha_j + \beta_k + \theta_l + \gamma\alpha_{ij} + \gamma\beta_{ik} + \gamma\theta_{il} + \alpha\beta_{jk} + \alpha\theta_{jl} + \beta\theta_{kl} + \gamma\alpha\beta_{ijk} + \gamma\alpha\theta_{ijl} + \alpha\beta\theta_{jkl} + \gamma\alpha\beta\theta_{ijkl} + \epsilon e_{ijklm}$$

En donde:

$y_{ijklm}$  = Efecto de la  $ijklm$ -ésima del enraizamiento en la unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media del enraizamiento en los tratamientos del experimento.

$\gamma_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima tipo de sustrato.

$\alpha_j$  = Efecto de la  $j$ -ésimo valor de concentración de IBA.

$\beta_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima del corte de la base.

$\theta_l$  = Efecto de la  $l$ -ésima de la procedencia.

$\gamma\alpha_{ij}$  = Efecto de la interacción de  $i$ -ésimo tipo de sustrato y el  $j$ -ésimo valor de la concentración de IBA.

$\gamma\beta_{ik}$  = Efecto de la interacción de  $i$ -ésimo tipo de sustrato y del  $k$ -ésimo tipo de corte.

$\gamma\theta_{il}$  = Efecto de la interacción de  $i$ -ésimo tipo de sustrato y la  $l$ -ésima procedencia.

$\alpha\beta_{jk}$  = Efecto de la interacción de  $j$ -ésimo valor de la concentración de IBA y del  $k$ -ésimo tipo de corte.

$\alpha\theta_{jl}$  = Efecto de la interacción de j-esimo valor de la concentración de IBA y de la l-esima de la procedencia

$\beta\theta_{kl}$  = Efecto de la interacción de k-esima tipo de corte de la base y la l-esima de la procedencia.

$\gamma\alpha\beta_{ijk}$  = Efecto de la interacción de la i-esima tipo de sustrato con j-esimo valor de concentración de IBA y de la k-esimo tipo de corte en la base.

$\gamma\alpha\theta_{ijl}$  = Efecto de la interacción de la i-esima tipo de sustrato con j-esimo valor de concentración de IBA y la l-esima de la procedencia.

$\alpha\beta\theta_{jkl}$  = Efecto de la interacción del j-esimo valor de concentración de IBA con el k-esimo del Tipo de corte de la base y el l-esimo de la procedencia.

$\gamma\alpha\beta\theta_{ijk}$  = Efecto de la interacción de la i-esima del tipo de sustrato con con j-esimo valor de concentración de IBA y el k-esimo tipo de corte en la base.

$\epsilon\epsilon f_{ijklm}$  = Error experimental en la i-j-k-l-ésima unidad experimental.

#### **2.6.4. Manejo del Experimento**

El experimento se efectuó con un manejo uniforme en todo lo correspondiente a la preparación de las unidades experimentales, sustrato, estacas exceptuando la fecha de siembra.

La siembra de las estacas en los bloques preparados se realizó en distinta época del año tal y como se puede apreciar en el cuadro 6. Y a su vez el lapso de tiempo transcurrido desde el corte hasta la siembra fue de un día. Esto obedeció a la disponibilidad del escalador y al acceso a cada una de las áreas en donde se encontraba identificado el ejemplar clase 1.

Cuadro 6. Listado de procedencias, localidades y fecha de establecimiento de los cuatro experimentos trabajados.

Experimento	PROCEDENCIA		FECHA DE ESTABLECIMIENTO
	FINCA	LOCALIDAD	
Experimento 1	U. Landívar	San Juan Chamelco, A.V.	7 marzo de 2013
Experimento 2	Prados de Zorzoya	San Lucas, Sacatepéquez	4 abril de 2013
Experimento 3	Hacienda Vieja	La Unión Barrios, Salamá	3 mayo de 2013
Experimento 4	Agroforestal La Colina	Mataquescuintla, Jalapa	24 mayo de 2013

#### **A. Desinfección de las unidades experimentales**

Las unidades experimentales que consistieron en tubetes de 360 cc y las bandejas en las cuales fueron colocados los mismos se esterilizaron por medio de una caldera a razón de 90 minutos (por medio de vapor), a una temperatura de 110 grados centígrados. Todo esto con la finalidad de eliminar cualquier incidencia de patógeno que se pudieran presentar al momento de trabajar con el material vegetal.

#### **B. Desinfección del sustrato**

Al igual que los tubetes y las bandejas la arena de mina se desinfecto bajo el mismo proceso empleado. Mientras que el peeat-moss no se sometió a este proceso se tomó directamente de las bolsas de embalaje en las que viene.

#### **C. Estacas vegetativas**

Las estacas vegetativas fueron tomadas de árboles clase 1 ubicadas en las localidades de Universidad Rafael Landívar, (San Juan Chamelco A.V.), Prados de Zorzoya (San Lucas Sacatepéquez), Finca Hacienda Vieja (La Unión Barrios, Salamá), Finca Agroforestal la Colina (Mataquescuintla, Jalapa). Dichas estacas ingresaron a los invernaderos de Pilonos de Antigua en distintos periodos de tiempo (Cuadro 6). Las mismas se colectaron en la parte superior de la copa del árbol como se ilustra en la figura 6. La cual corresponde a un tercio de la copa del árbol, iniciando desde la parte terminal del meristemo apical.

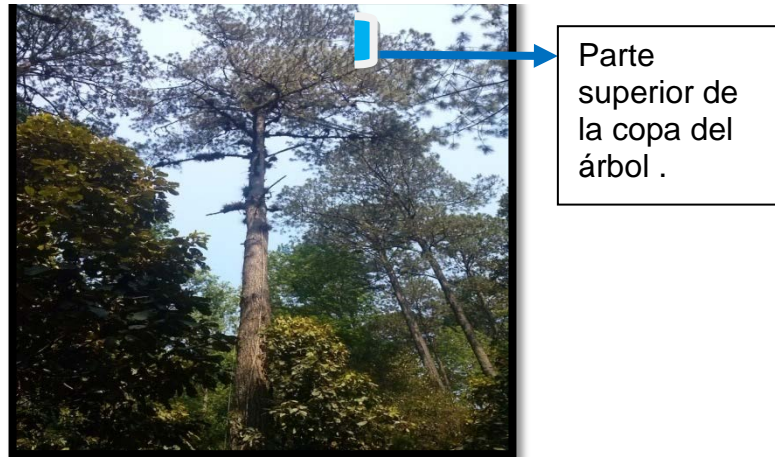


Figura 6. Ejemplificación de la parte superior del árbol de la cual fue tomado el material vegetal.

Luego se procedió a identificarlas con los datos de: fecha, procedencia y Número de ejemplar. Seguidamente fueron preparadas para su transporte a los invernaderos de la Empresa Pilonos de Antigua, utilizando para ello papel periódico previamente humedecido, con el que se envolvieron las estacas evitando así que se deshidrataran, después se colocaron dentro de una hielera, con el cuidado de que el hielo no entrara en contacto directo con las estacas para que no se dañaran tal y como se presentan en la figura 7..



Figura 7. Ejemplo del material vegetal colectado así como de la colocación del mismo en las hojas de papel periódico para posteriormente ser envueltas y trasladadas a las hieleras.

#### **D. Preparación de las estacas**

Cada estaca se cortó por medio de una cuchilla afilada, la cual previamente fue desinfectada con yodo. Todo esto con la finalidad de obtener una estaca cuya medida fue de 15 centímetros de longitud, medidos desde el meristemo apical hasta el área basal de



la estaca colectada en campo. Para luego proceder a realizar en la base de la misma el corte correspondiente según el tratamiento a aplicar.

### **E. Aplicación de ácido indolbutírico**

Luego de realizada la preparación de las estacas según el tratamiento a recibir se procedió a sumergir 2 centímetros de la base dentro de la solución que contenía el ácido indolbutírico (La solución dependió de la concentración especificada en el tratamiento a aplicar Ver cuadro 2,3,4,5.), por un lapso de 5 segundos. Luego se retiró y se esperó 1 minuto a que se evaporara el alcohol que contenía para posteriormente ser sembrados en los tubetes plásticos.

### **F. Siembra**

Después de que se evaporó el alcohol se procedió a realizar un agujero dentro del sustrato que contenían los tubetes de un diámetro mayor al diámetro de la estaca (con la finalidad de evitar daño al introducir la estaca dentro del sustrato). Luego se introdujo la estaca dentro del agujero y se compacto levemente el sustrato.

Después de sembrada la estaca en el tubete se procedió a identificar cada unidad experimental con estacas de identificación en base a cada uno de los tratamientos aplicados.

## **2.7. Resultados**

A los 60 días después de plantados se procedió a verificar la formación de raíces en las estacas sembradas de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, en dicha observación se pudo constatar que ninguna unidad experimental mostro enraizamiento, tal y como se puede apreciar en la figura 8.

Según las observaciones realizadas se pudo constatar que las estacas de *Pinus maximinoi* H. E. Moore no lograron enraizar bajo ninguno de los tratamientos aplicados. Lo cual fue evidente desde el momento en el que las acículas de las estacas comenzaron a cambiar de coloración verde a café, dando la pauta que estas estaban muriendo. Pudiendo constatarlo al momento de verificar si las mismas habían enraizado debido a que se apreció que estas ya habían perdido turgencia y se encontraban secas (Figura 9 y 10).



Figura 8. Estacas de *Pinus maximinoi* H.E. Moore a los 60 días después de sembradas. Izquierda estacas sembradas en Peat-moss, derecha estacas sembradas en arena de mina.

Con base en los resultados obtenidos en el proyecto que se encuentra desarrollando el grupo DeGuate denominado Mejoramiento genético de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, a través el establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados, se ha constatado que la especie es de difícil reproducción. Aunado a ello se encuentran los resultados obtenidos utilizando la metodología evaluada en la presente investigación, por lo cual se puede formular hasta el momento que la especie Pino candelillo o *Pinus maximinoi* H.E. Moore, se encuentra dentro de las especies de pino que según CAMCORE (2007) presentan reducido enraizamiento y crecimiento debido a la madurez de las plantas madre. Las plantas pierden la capacidad de enraizar conforme pasan los años, por lo cual a mayor edad decrece la tasa de enraizamiento de las plantas, llegando en algunos casos a ser nula como se pudo observar en el experimento. El fenómeno puede atribuirse a que las células ya no tienen la capacidad de poder cambiar la especialización y con ello las células no se des diferencian para lograr la producción de un sistema radicular, como respuesta a la lesión y simplemente están adaptadas a constituirse únicamente como células de transporte.



Figura 9. Experimento 1 procedente de San Juan Chamelco A.V. a los 60 días después de haber sembrado las estacas de *Pinus maximinoi* H.E. Moore.



Figura 10. Experimento 4 procedente de Mataquescuintla, Jalapa a los 60 días después de haber sembrado las estacas de *Pinus maximinoi* H.E. Moore.

## 2.8. Conclusiones y Recomendaciones

No se obtuvieron datos concluyentes con la utilización de los tratamientos aplicados en la presente investigación cuyos factores fueron: concentración de ácido indolbutírico, tipo de sustrato, y tipo de corte en la base de la estaca vegetativa y procedencia, debido a que no se logró enraizamiento en ninguna unidad experimental.

No se puede optar por el método de reproducción asexual de enraizamiento de estacas procedentes de plantas madre maduras aplicando la metodología evaluada como una alternativa para la obtención de nuevas plantas.

## 2.9. Bibliografía

1. Artiaga Martínez, B; Pérez Castillo, A. 2001. *Pinus maximinoi* H.E. Moore: una especie prometedora para plantaciones forestales comerciales en el trópico (en línea). Foresta Veracruzana 3(2). Consultado 22 ene 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/497/49703211.pdf>
2. Avila Folgar, RI. 2003. Evaluación del estado y crecimiento inicial de cuatro especies prioritarias (*Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus caribaea* Morelet, *Pinus oocarpa* Schiede y *Tectona grandis* L.F.), del Programa de Incentivos Forestales en la región 2, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz, Guatemala. Guatemala, CATIE. 176 p.
3. CAMCORE, US. 2007. Colectas semillas conservación Guatemala y Honduras. Boletín de Noticias CAMCORE para México y Centroamérica 1(1):3.
4. Castillo Jiménez, D. 2004. Experiencias en la propagación vegetativa de pino candelillo *Pinus maximinoi* H.E. Moore, con énfasis en la utilización del ácido indol 3 butírico en el vivero forestal de P&C Maderas Internacionales, en el departamento de Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. RNR. Guatemala, USAC. 96 p.
5. Fonseca Maldonado, MR. 2006. Determinación de la composición química de la madera de pino candelillo (*Pinus maximinoii* H.E. Moore) procedente de la finca Río Frío, Tactic, Alta Verapaz. Tesis Ing. Quím. Guatemala, USAC. 154 p.
6. Gárate Díaz, MH. 2010. Técnicas de propagación por estacas. Tesis Ing. Agr. Perú, Universidad Nacional de Ucayali. 189 p.
7. González Sagui, ML. 2004. Caracterización del complejo de patógenos causales del tizón de la acícula del pino en la finca Saquichaj, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 50 p.
8. Gutiérrez, E. 2002. Desarrollo de conos de pino candelillo *Pinus maximinoi* H.E. Moore. North Carolina, US, CAMCORE. 6 p.
9. Hartmann, HT; Kester, DE. 1998. Propagación de plantas: principios y prácticas. 2 ed. Trad. Antonio Marino Ambrosio. México, CECOSA. 760 p.

10. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT); IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, GT). 2012. Primer informe nacional sobre el estado de los recursos genéticos forestales en Guatemala. Guatemala. En prensa.
11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapa de zonas de vida de Holdridge república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color. 1 CD.
12. Murillo, O; Rojas J; Badilla, Y. 2003. Reforestación clonal. 2 ed. Cartago, Costa Rica, IICA, Escuela de Ingeniería Forestal / Expomaderas / FUNDECOR. 36 p
13. Pérez De la Rosa, JA; Farjón, A. 2009. Flora mesoamericana. 2(1):1-14; pinaceae. Consultado 20 feb 2013. Disponible en <http://www.tropicos.org/Name/40009142?projectid=3&langid=66>
14. Pérez Irungaray, J. 1999. Evaluación de la propagación vegetativa de teca (*Tectona grandis* L.), chichique (*Angiosperma megalocarpon* Muell.Arg), palo blanco (*Cydistax donnellsmithii* Rose Seibert) y matiliguatate (*Tabebuia rosea* Bertol DC). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 55 p.
15. Reintería, AA; Rebolledo Camacho, V; Cruz Jiménez, H. 2006. Multiplicación clonal de *Pinus jaliscana* Pérez De la Rosa a través de la técnica de enraizamiento de estacas (en línea). Revista Veracruzana 8(2). Consultado 24 ene 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/497/49780204.pdf>
16. Rodríguez Solano, D. 2012. Capacidad de enraizamiento en estacas de setos provenientes de tres poblaciones de *Pinus patulata*. Trabajo de experiencia recepcional. México, Universidad Veracruzana. 32 p.
17. Weaver, R. 1985. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Agustín Contín. México, Trillas. 622 p.
18. Zazo Muncharaz, J; Rodríguez Barreal, JA; Gómez Sanz, V; García García, M; Sáiz de Emeñaca, JA. 1993. Propagación vegetativa (macropropagación) de pinos españoles. In Congreso forestal español (1993, ES). Ponencias y comunicaciones. España, Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Silvopascicultura / ETS Ingenieros de Montes / EUI Técnica Forestal. tomo 2, p. 313- 316.

### CAPÍTULO III

**SISTEMATIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Pinus Maximinoi* H. E. Moore, A TRAVÉS DEL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS SEMILLEROS GENÉTICAMENTE COMPROBADOS.**

**SYSTEMATIZATION PROJECT ACTIVITIES OF BREEDING *Pinus maximinoi* HE Moore, THROUGH THE ESTABLISHMENT OF GENETICALLY PROVEN HUERTOS**

### **3.1. PRESENTACIÓN**

Como parte de las actividades efectuadas a lo largo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), en este capítulo se detallan y resumen cada de las actividades realizadas en el Proyecto ejecutado por el Grupo DeGuate denominado mejoramiento genético de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, a través del establecimiento de huertos semilleros genéticamente comprobados.

Consistiendo los servicios en la sistematización de todas las actividades desarrolladas en el proyecto, dentro de las cuales destacaron:

- a) Capacitación a escaladores: se les capacito en la forma correcta y aplicadade la metodología para la realización de acodos aéreos.
- b) Identificación y selección de árboles clase 1.
- c) Evaluación, establecimiento y hechura de acodos aéreos.
- d) Elaboración de metodologías y/o guías practicas: Se realizaron las guías practicas tanto para la realización de acodos aéreos así como para injertos de material vegetal proveniente de plantas padre maduras.
- e) Recolección de Púas, semilla y acodos.

Para finalizar se replantearon cada una de las actividades a ejecutar en base a lo observado y resultados obtenidos, así como también la elaboración de un presupuesto acorde a dichas actividades.

## **SERVICIO 1**

### **3.2. Capacitación a los escaladores contratados para la realización de los acodos aéreos.**

Este servicio consistió en la capacitación de los tres escaladores contratados inicialmente para la ejecución del proyecto, debido a que son ellos los encargados de la elaboración y establecimiento de los acodos aéreos.



### 3.2.1. Objetivos

#### A. Objetivo General

Capacitar a los escaladores en la realización de acodos aéreos en la especie de *Pinus maximinoi* H.E. Moore.

#### B. Objetivos Específicos

- i. Capacitar a los escaladores en qué consiste la técnica de acodado aéreo.
- ii. Enseñar las técnicas de sanidad que se emplean en la realización de acodos.

### 3.2.2. Metodología

Para la realización de la capacitación del personal de campo en la realización de los acodos se empleo la metodología siguiente:

#### A. Recopilación de información

Se realizo una recopilación inicial sobre información referente a la realización de acodos tanto de forma digital como impresa. Utilizando para ello la Biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala así como Internet.

#### B. Entrevista de campo

Se llevo a cabo con personal encargado del área de producción de plantas de la empresa de Pilonos de Antigua, con los cuales se entrevisto y se tomaron en cuenta cada una de las metodologías que emplean en la realización de los acodos.

#### C. Fase de campo

Se llevaron a los escaladores al campo en donde se encontraban especies de pino y a su vez se les explico la metodología que se iba a implementar para la elaboración de acodos.

### 3.2.3. Resultados

La fase inicial de la capacitación se llevo a cabo en las instalaciones de Pilonos de Antigua ubicada en la carretera que conduce a Jocotenango. A la cual asistieron los escaladores y personal de la empresa de Pilonos de Antigua. La actividad consistió en brindar los conocimientos básicos de la forma en la cual se realiza un acodo para posteriormente aplicarlos en un árbol de *Pinus sp.* Ubicado dentro de las instalaciones.



Posteriormente se continuo con la capacitación en la Finca Agua Tibia, Ubicada en San José Pínula.

#### **3.2.4. Evaluación**

Se logro la capacitación de los tres escaladores, utilizando de forma practica la actividad en donde cada uno realizo la elaboración de acodos aéreos.

### **SERVICIO 2**

#### **3.3. Identificación y selección de los árboles Clase 1 a utilizar en el proyecto.**

En este servició se procedió principalmente a constatar que los ejemplares fueran de la especie en estudio además de que reunieran las características requeridas a evaluar en el proyecto.

##### **3.3.1. Objetivos**

###### **A. Objetivo General**

Identificar y seleccionar árboles clase 1 de la especie de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.

###### **B. Objetivos Específicos**

- i. Identificar ejemplares clase 1 de la especie de *Pinus maximinoi* H.E. Moore .
- ii. Selección de ejemplares identificados que reúnan las mejores características de árboles clase 1.

##### **3.3.2 Metodología**

Para la realización de la selección e identificación de los ejemplares clase 1 con que se trabajaron a lo largo del proyecto se llevaron a cabo las siguientes fases:

###### **A. Fase de Gabinete**

Esta fase a su vez consistió en tres pasos los cuales fueron:

###### **i. Recopilación de información bibliográfica**

En este paso de procedió a documentar sobre las principales características de la especie de *Pinus maximinoi* H.E. Moore, así como de la obtención y selección de

una clave botánica que se utilizara fácilmente en campo, optando para ello la propuesta por Aljos Farjon y Brian T. Styles, 1997.

ii. Recopilación de la localización de los ejemplares

Para la localización de los ejemplares se utilizaron contactos provenientes de cada uno de los representantes que conforman el Grupo DeGuate, así como de los provenientes de las personas que participaron en el concurso de selección del mejor ejemplar de *Pino maximinoi*.

iii. Planificación de las visitas de campo

En base a la localización, acceso, disponibilidad de vehículo y de los propietarios de los ejemplares se programaron las visitas a campo para inspeccionarlos y calificarlos y con ello determinar si formarían parte de los ejemplares a trabajar dentro del proyecto.

B. Fase de Campo

Esta se llevo a cabo en base a la programación establecida en la planificación de las visitas de campo en las cuales se procedió de la siguiente forma:

- iv. Identificación del rodal: Se trabajaron únicamente rodales naturales que se encontraran en el rango de edad de 20 años en adelante.
- v. Identificación de la especie: Luego de verificar la edad y el tipo de rodal se procedía a verificar que la especie fuera *Pinus maximinoi* H. E. Moore por medio de la clave botánica.
- vi. Selección de los ejemplares: Luego de verificar que los ejemplares cumplieran con los requisitos anteriormente mencionados se procedió a verificar que presentaran las características requeridas para ser árboles clase 1.
- vii. Calificación de los ejemplares: Por último se procedió a colocar una calificación cuantitativa a cada uno de los ejemplares trabajados en base a los aspectos que requería la boleta de calificación de los ejemplares clase 1.

### 3.3.3. Resultados

Se seleccionaron, identificaron y codificaron un total de 61 ejemplares de *Pinus maximinoi* H. E. Moore Clase 1 dentro del rango natural de distribución de la especie en las zonas de estudio. Cada uno de ellos con su respectiva georeferenciación así como la altitud, Diámetro a la altura del Pecho (DAP), Altura comercial y total ver cuadro3 y 4.

**Cuadro 7. Listado de los ejemplares seleccionados e identificados con cada uno de sus datos generales.**

Codigo correlativo	Finca	Coordenadas		Altitud (msnm)	Dap (cm)	Altura (mts.)	
		Latitud	Longitud			Total	Comercial
Pinuma 002 ver	Hacienda vieja	532143	1677021	1650	68.11	40.38	28.7
Pinuma 003 ver	Hacienda vieja	532161	1677038	1650	70.98	42	28.77
Pinuma 004 ver	Hacienda vieja	532384	1675477	1651	71.6	43	27.37
Pinuma 005 ver	Hacienda vieja	532613	1675598	1579	87.4	48	26.6
Pinuma 006 ver	Hacienda vieja	532520	1675511	1623	41.7	32	20
Pinuma 007 ver	Hacienda vieja	532566	1675661	1587	80	35	25.3
Pinuma 008 ver	Chuacus	524859	1658969	1781	68	34.8	21.9
Pinuma 009 ver	Chuacus	524914	1659043	1780	112	44	22.2
Pinuma 010 ver	Hacienda vieja	532393	1675606	1589	74.6	33	19.85
Pinuma 011 ver	Hacienda vieja	532386	1675594	1589	73.5	35.9	22.9
Pinuma 012 ver	Hacienda vieja	532157	1676371	1627	58	35	14.85
Pinuma 013 ver	Hacienda vieja	532201	1676943	1629	66.4	38.3	26.45
Pinuma 014 ver	Hacienda vieja	532228	1676859	1611	52.4	36.4	26
Pinuma 015 ver	Hacienda vieja	532171	1676700	1640	71.5	35	20.4
Pinuma 016 ver	Hacienda vieja	532171	1676741	1610	52.5	32	22
Pinuma 017 ver	Ramones	530423	1662064	1476	65.5	36	26
Pinuma 018 ver	Ramones	530452	1662076	1488	51	25	17
Pinuma 019 ver	San Jerónimo	523648	1660210	1736	71.7	31	22
Pinuma 020 ver	San Jerónimo	523682	1660233	1725	56.6	41.7	27
Pinuma 021 ver	San Jerónimo	523742	1660442	1701	83.7	45.2	30.8
Pinuma 022 ver	San Jerónimo	523772	1660555	1647	77.5	34.8	25.6
Pinuma 023 ver	San Jerónimo	523867	1660555	1619	82.2	48.5	28.5
Pinuma 024 ver	San Jerónimo	523868	1660563	1613	70.7	48.5	30
Pinuma 025 ver	San Jerónimo	532623	1675578	1625	70	45	30

**Cuadro 8. Continúa Listado de los ejemplares seleccionados e identificados con cada uno de sus datos generales.**

Codigo correlativo	Finca	Coordenadas		Altitud (msnm)	Dap (cm)	Altura (mts.)	
		Latitud	Longitud			Total	Comercial
Pinuma 026 ver	La Esperanza	531299	1674878	1600	50	36	25
Pinuma 027 ver	La Esperanza	531273	1674884	1553	62	34	19.8
Pinuma 028 ver	La Esperanza	531203	1674876	1600	57	35.5	27.4
Pinuma 029 ver	Universidad Landivar	517588	1706387	1403	60.5	34	19
Pinuma 030 ver	Universidad Landivar	517296	1706537	1427	55	32	20
Pinuma 031 ver	Universidad Landivar	517449	1706210	1416	52.8	36	22.5
Pinuma 032 ver	Universidad Landivar	517556	1706004	1402	45	37	24
Pinuma 033 ver	ITERN	518935	1706230	1425	71.6	39	30
Pinuma 034 ver	Las Victorias	515949	1707210	1301	69.1	38.5	25.8
Pinuma 035 ver	Boquicar	517963	1710215	1304	61	42.8	28
Pinuma 036 ver	EFA	518497	1710348	1311	64.9	36.2	27.3
Pinuma 037 ver	EFA	518490	1710330	1306	68	36	27
Pinuma 003 ver	El Liquidambar	785284	1711358	1308	62	37	29
Pinuma 038 ver	El Liquidambar			1310	69	36	20
Pinuma 039 ver	San Antonio Bosh	0	0	0	0	0	0
Pinuma 040 ver	San Buenaventura	0	0	0	0	0	0
Pinuma 001 Guate	San Antonio Chcoco	*	*	1755	61	37	28
Pinuma 002 Guate	Labor de Castilla	*	*	*	62	35	27
Pinuma 003 Guate	Labor de Castilla	*	*	*	58	30	24
Pinuma 004 Guate	San Antonio Choco	0	0	0	0	0	0
Pinuma 005 Guate	San Antonio	0	0	0	0	0	0
Pinuma 006 Guate	San Antonio	779526	1602050	1767	65	37	20
Pinuma 007 Guate	San Buenaventura	779518	1602046	1766	71	38	29
Pinuma 008 Guate	Colegio Intellego	751391	1618536	2084	98	353	22.45
Pinuma 009 Guate	Colegio Intellego	751391	1618539	2084	72	37	25
Pinuma 010 Guate	Granja Rosario	751441	1618424	2086	75.6	37.2	29
Pinuma 011 Guate	Planes de Zorzoya	*	*	*	60	37	25
Pinuma 012 Guate	Planes de Zorzoya	*	*	*	63	38.5	23
Pinuma 001 Jal	Agroforestal la Colina	799395	1609904	1758	61	37	30
Pinuma 002 Jal	Agroforestal la Colina	*	*	*	53	30	23
Pinuma 003 Jal	Agroforestal la Colina	799371	1609873	1758	57	37	30
Pinuma 004 Jal	Agroforestal la Colina	800102	1609046	1521	65	41.4	30
Pinuma 005 Jal	Agroforestal la Colina	800071	1609029	1531	85	45	32.6
Pinuma 006 Jal	Agroforestal la Colina	800288	1609061	1769	79.5	41.8	30.7
Pinuma 007 Jal	Res. Carretera Salvado	*	*	*	*	*	*
Pinuma 008 Jal	Res. Carretera Salvado	*	*	*	*	*	*

Nota: (\*) Pendiente de obtener la información de sitio y los ejemplares. (0) Familias descartadas por no llenar los requerimientos de árboles clase 1.



**Figura 11. Ejemplo de un ejemplar seleccionado Clase 1, ubicado en la Finca Hacienda Vieja, La Unión Barrios, Baja Verapaz.**

### 3.3.4. Evaluación

En la Zona de las Verapaces se evaluaron un total de 11 fincas y 38 familias, en la Zona Central 8 fincas y 16 familias mientras que en la zona de Jalapa solo se evaluó una finca con 6 familias, para hacer un total de 20 fincas y 60 familias evaluadas.

**Cuadro 9. Resumen de las fincas evaluadas con la respectiva zona a la que pertenecen.**

Zona	Finca	No. Familias
<b>Verapaces</b>	EFA	2
	Boquicar	1
	Chuacus	2
	Hacienda Vieja	13
	ITERN	1
	La Esperanza	3
	Las victorias	1
	Liquidambar	2
	Ramones	2
	San Jerónimo	7
	U. Landivar	4
	<b>Total Zona Verapaces</b>	<b>38</b>

Zona	Finca	No. Familias
<b>Central</b>	Colegio Intellego	2
	Granja Rosario	1
	Labor de Castilla	2
	Planes de Zorzoya	2
	Res. Carretera Salvador	2
	San. Antonio (Bosh).	3
	San Antonio (Chocolate)	2
	San Buenaventura	2
	<b>Total Zona Central</b>	<b>16</b>
Jalapa	Agroforestal la Colina	6
<b>Total Zona Jalapa</b>	<b>6</b>	

## SERVICIO 3

### 3.4. Evaluación de la hechura y establecimiento de los acodos aéreos

Esta actividad consistió en la evaluación de los acodos aéreos realizados en la primera fase del proyecto en la cual también se evaluó la metodología empleada así como la época de realización de los mismos.

#### 3.4.1. Objetivos

##### A. Objetivo General

Evaluar los acodos realizados en la primera fase

##### B. Objetivos Específicos

- i. Establecer si existió enraizamiento en los acodos realizados.
- ii. Evaluar la técnica aplicada por los escaladores en la realización de los acodos aéreos.

#### 3.4.2. Metodología

La metodología aplicada para la evaluación de los acodos aéreos consistió en ir al campo a coleccionar los acodos establecidos por cada uno de los escaladores. Luego de ser cortados de la copa del árbol, se procedía al pie del mismo a realizar una evaluación con los escaladores y el técnico acompañante de:

- a) Estado del acodo: Se procedía a verificar si el mismo se encontraba vivo (que presentara las acículas verdes) o si por el contrario el mismo estuviera muerto (con las acículas de color café o carecía de las mismas).
- b) Condición del sustrato: Se observó si este se encontraba húmedo o seco.
- c) Enraizamiento: Se verificó que cada acodo estuviera enraizado o que por lo menos mostrara la presencia de cayo.
- d) Evaluación de la técnica: Luego de revisar y observar las condiciones detalladas anteriormente se procedió a verificar la técnica que se aplicó para la elaboración del mismo principalmente en Posición del acodo en la copa del árbol, tipo de rama que se utilizó, área en donde se efectuó el anillado así como la longitud del mismo, colocación del sustrato, cantidad de enraizador aplicada, amarre y colocación del plástico.



### 3.4.3. Resultados

Al momento de realizar la evaluación de los acodos aéreos se encontró que de estos había representatividad tanto de acodos vivos, catalogados así por poseer raíz y acícula verde, como también se encontraron acodos muertos estos con presencia de raíz y en otros casos sin la presencia de esta, pero sí de encallamiento y hasta existieron algunos que no lo presentaron debido a que se realizó un mal anillado y/o selección de rama. También se encontraron acodos quebrados. En la figura 12 se puede visualizar de una mejor manera los ejemplos de los acodos encontrados y evaluados.



**Figura 12. Ejemplo de estado de los acodos evaluados. Izquierda: acodo vivo, centro: acodo muerto sin acícula. Derecha: acodo muerto.**

Entre otras de las características encontradas en los acodos cabe destacar la condición del sustrato como se aprecia en la figura 13 se encontraron sustratos totalmente secos y por el contrario también se observaron otros completamente húmedos.



**Figura 13. Condición del sustrato. Izquierda: acodo con sustrato seco, derecha: acodo con sustrato húmedo y enraizado.**

### 3.4.4. Evaluación

Se constato que al inicio la técnica de selección y anillamiento de la rama fue deficiente en 2 de los 3 escaladores. También se definió las proporciones del sustrato compuesto por peat-moss como de hidrogel.

## SERVICIO 4

### 3.5. Elaboración de una metodología para la elaboración de acodos en *Pino maximinoi* H.E.Moore.

En base a las observaciones realizadas en la primera fase de la hechura de acodos aéreos se procedió a evaluar la metodología aplicada. Basados en dichas observaciones y en los resultados se procedió a realizar una guía práctica para la elaboración de acodos aereós en plantas maduras de la especie de *Pino maximinoi* H. E. Moore.

#### 3.5.1. Objetivos

##### A. Objetivo General

Elaborar una guía práctica para el establecimiento de acodos aéreos.

##### B. Objetivos Específicos

Elaborar una guía práctica para el establecimiento de acodos aéreos en la especie de *Pino maximinoi* H. E. Moore en plantas maduras.

#### 3.5.2 Metodología

En base a los resultados obtenidos en la evaluación de los acodos aéreos realizados en la primera fase, se tomaron nota de las deficiencias y los aciertos aplicados por los escaladores en su elaboración. Así como también de la metodología y de la respuesta de la planta bajo las condiciones de sitio imperantes en que se encontraban. Elaborando con ello cambios a la metodología aplicada para tener una nueva que brinde mejores resultados de enraizamiento.

#### 3.5.3. Resultados

Para la reproducción asexual de plantas maduras procedentes de acodos aéreos se debe de tener en cuenta:



### a) Material y equipo

En la figura 13 se enlista la cantidad de material a utilizar para la elaboración de un acodo aéreo.

**Cuadro 10. Listado de material y equipo a utilizar en la realización de un acodo aéreo.**

Cuadro de materiales y equipo utilizados en acodos fase 2.			
Descripción		Cantidad	Medida/peso
<b>Equipo</b>	Navaja de injertación	1	unidad
<b>Materiales</b>	Peet-most seco	90	gramos
	Peet-most humedo	105	gramos
	Hidrogel seco	0.6	gramos
	Hidrogel hidratado	19	gramos
	Rotex	4	gramos
	Yodo	5	mililitros
	Plastico transparente	1	20*20 cm.
	Plastico negro	1	22*25 cm
	Rafia (pita plástica)	3	30 cm.

### b) Metodología

La metodología que se utilizó en la elaboración de los acodos se encuentra detallada en el orden que presentan los incisos que se describen a continuación:

#### a. Selección de rama.

El primer paso para la realización de los acodos consistió en la selección de la rama. Para lo cual se evaluaron las siguientes características:

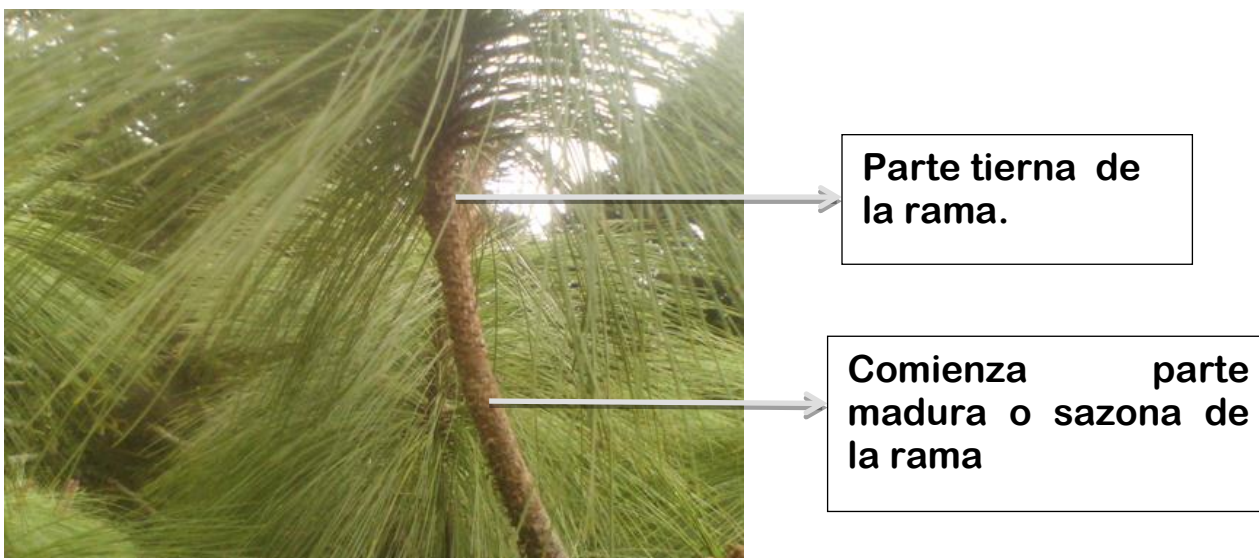
- i. Especialización de la rama: Se seleccionaron ramas vegetativas. Las cuales consisten en todas aquellas ramas cuya función primordial en un momento específico son de crecimiento o elongación. Tal y como se aprecia en la Figura 14.



**Figura 14.** Ejemplo de una rama vegetativa de la especie de *Pinus maximinoi* H. E. Moore Izquierda. Y de una reproductiva como se puede apreciar en la fotografía de lado derecho.

Caso contrario el de las ramas reproductivas las cuales no fueron utilizadas en la elaboración de los acodos. Presentando este tipo de ramas la característica de poseer en un tiempo determinado a las partes reproductivas del pino. Como se muestra es la Figura 14.

- ii. Maduración: Se utilizaron ramas que se encontraban en un área de transición entre la parte tierna y madura de la misma.



**Figura 15.** Ejemplo del área a acodar en una rama de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.

La primera área llamada tierna es la comprendida en la zona apical donde existe bastante crecimiento y división celular, el tejido no se encuentra lignificado, es suave,

presentando una asociación de colores entre rojizo y verde claro. Tal y como se puede observar en la parte superior de la figura 15.

Mientras que la denominada parte madura se puede apreciar que inicia en la parte inferior representada en la figura 14, la cual consiste en la parte de la rama que se encuentra más lignificada y por ende es más dura y de coloración oscura.

#### **b. Desinfección del equipo a utilizar.**

Luego de haber seleccionado la rama en la copa del árbol basándose en las características mencionadas anteriormente se procedió a desinfectar la navaja de injertación con yodo.



**Figura 16. Desinfección de la navaja.**

#### **c. Anillado.**

Al terminar de esterilizar la navaja se procedió a realizar el anillado de la rama en la parte transicional ubicada anteriormente. Midiendo un ancho de 1.5 a 2.5 cm como se ve en la figura 17. Este ancho dependerá de las dimensiones del grosor de la rama a acodar.





Anillado de la rama de 1.5 a 2.5 cm de grosor.

**Figura 17. Ejemplo de una rama de *Pinus maximinoi* H. E. Moore anillada.**

**d. Hechura del acodo.**

Luego de terminado el anillado se sujetó con un pedazo de pita de nylon a 2 centímetros por debajo del anillado, un pedazo de polietileno transparente con medidas de 20 \*20 centímetros, luego se aplicó una fina capa de enraizador en polvo en toda el área de anillado, así como se ilustra en la Figura 18 y 19.



**Figura 18. Ejemplo de la forma de amarre del plástico en la rama de pino.**



**Figura 19. Ejemplo de la aplicación de Rotex al anillado de la rama de pino.**

Al haber terminado la aplicación del enraizador, se procedió a colocar una mezcla de sustrato. La cual estaba compuesta por: 105 gramos de peat-most y 19 gramos de hidrogel ambos previamente hidratados. Esta cantidad fue la utilizada en la elaboración de un acodo. Después de terminado este proceso se amarro el extremo superior del plástico a la rama a 2 centímetros arriba de la parte anillada. Como se aprecia en la figura 19.



**Figura 20. Ejemplo de un acodo aéreo terminado.**

Al haber concluido con la hechura del acodo se sujetó un pedazo de polietileno negro en la parte superior del acodo para con ello propiciar un microclima que favorezca la formación de callo y para el crecimiento de raíces. (Figura 20)



**Figura 21. Acodo aéreo instalado en planta de Pino candelillo.**

#### **3.5.4. Evaluación**

Al finalizar se obtuvo una metodología aplicada a las condiciones de Guatemala para la obtención de nuevos individuos por medio del método asexual de acodos aéreos.

### **SERVICIO 5**

#### **3.6. Recolección y trasplante de acodos aéreos.**

Todos los acodos establecidos en cada uno de los ejemplares en la segunda fase fueron colectados y debidamente identificados. Posteriormente se trasladaron a los viveros de Pilonos de Antigua en Antigua Guatemala se trasplantaron los que estaban vivos y los que se encontraban muertos se examinaron para poder determinar o dar parámetros cualitativos de las deficiencias que se tienen en la hechura de los mismos.

##### **3.6.1. Objetivos**

###### **A. Objetivo General**

Recolectar todos los acodos aéreos establecidos en cada uno de los ejemplares seleccionados.

###### **B. Objetivos Específicos**

- i. Colectar y trasplantar todos los acodos vivos a bolsas de polietileno en vivero.
- ii. Identificar los principales parámetros cualitativos de las deficiencias que se tienen en la hechura de acodos aéreos plantas maduras de la especie de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.

### **3.6.2 Metodología**

Para la colecta de los acodos: Después de ser cortados por los escaladores en el área se procedió a identificar cada uno con los datos de fecha, lugar, código del ejemplar. Posteriormente se traslado a los viveros de Pilonos de Antigua en Antigua Guatemala en donde se sembraron en bolsas de polietileno negro todos los que se encontraban con las acículas verdes y los que se encontraban enraizados con acículas de color café. Evaluando a todos los demás las características de: anillado, diámetro del anillado, amarre de la bosa de polietileno transparente, posición del sustrato, posición de la rama en la copa, características de la acícula, raíz y callo.

### **3.6.3. Resultados**

Se colectaron un total 348 acodos de los cuales se encontraban distribuidos a lo largo de las tres regiones trabajadas: zona central, Jalapa y las Verapaces. El total de estos acodos se colecto de 29 procedencias el resto no se encuentra representado debido a que en algunos casos no se encontraron debido a que el viento los quebró y se cayeron. Mientras que en otras familias ya no se realizaron por falta de tiempo y presupuesto. Como lo reflejan los datos del cuadro 11.

En el cuadro 12 se demuestra que de los 29 ejemplares colectados estos pertenecen a 12 procedencias y a su vez se encuentran las principales características que manifestaron.

**Cuadro 11. Cuadro resumen de los acodos vivos, muertos y quebrados realizados en el año 2013.**

Procedencia	FAMILIA	Raíz			Fecha de hechura	Fecha recolección	Días
		Vivos	Muertos	Quebrados			
Hacienda Vieja	2	3	2	7	05/07/2013	13/03/2014	251
Hacienda Vieja	5	4	6	2	05/07/2013	26/02/2014	236
Hacienda Vieja	6	2	4	6	05/07/2013	12/03/2014	250
Hacienda Vieja	7	2	4	6	05/07/2013	12/03/2014	250
Hacienda Vieja	13	8	1	3	05/07/2013	13/03/2014	251
Hacienda Vieja	16	2	1	9	14/03/2014	26/02/2014	374
Chuacus	8	3	3	6	03/07/2013	14/03/2014	254
Chuacus	9	1	5	6	03/07/2013	14/03/2014	254
San Jerónimo	19	3	9	0	02/07/2013	26/02/2014	239
San Jerónimo	21	3	6	3	02/07/2013	26/02/2014	239
Esperanza	26	2	6	4	04/07/2013	12/03/2014	251
La Esperanza	27	6	3	3	04/07/2013	12/03/2014	251
Esperanza	28	1	5	6	04/07/2013	12/03/2014	251
U. Landivar	29	6	5	1	09/07/2013	10/03/2014	244
U. Landivar	30	8	3	1	09/07/2013	10/03/2014	244
U. Landivar	31	9	3	0	09/07/2013	10/03/2014	244
U. Landivar	32	5	7	0	09/07/2013	25/02/2014	244
Victorias	34	1	5	6	08/07/2013	10/03/2014	245
Boquicar	35	5	2	5	08/07/2013	25/02/2014	232
EFA	36	10	1	1	08/07/2013	11/03/2014	246
Liquidambar	38	2	4	6	10/07/2013	11/03/2014	244
Liquidambar	39	5	6	1	10/07/2013	11/03/2014	232
San Antonio (Bosh)	40	5	5	2	11/07/2013	28/02/2008	228
Labor de Castilla	43	3	5	4	15/07/2013	28/02/2000	249
Labor de Castilla	44	2	6	4	15/07/2013	21/03/2014	251
Agroforestal la Colina	54	4	5	3	17/07/2013	25/03/2014	251
Agroforestal la Colina	55	7	2	3	17/07/2013	25/03/2014	251
Agroforestal la colina	56	2	6	4	17/07/2013	27/02/2014	225
Agroforestal la Colina	58	4	3	5	19/07/2013	27/02/2014	223
Totales	29	118	123	107	Promedio de días:		248





**Figura 22. Izquierda: Acodos aéreo 1 día después de trasplantados. Derecha: Acodos aéreo 30 días después de trasplantados**

En la figura 22 se puede apreciar como lucían los acodos tanto 1 día y 30 días después de trasplantados, claramente se ve el contraste entre los acodos vivos y los muertos, manteniéndose esta característica en el transcurso del tiempo.



**Figura 23. Izquierda vista de planta de acodo aéreo pegado. Derecha: Vista de perfil de acodo aéreo pegado**

**Cuadro 12. Cuadro resumen de los acodos colectados en base a las procedencias trabajadas.**

Procedencia	FAMILIAS TRABAJADAS	Total acodos trasplantados	Raíz		Acícula		Sustrato		Fecha de hechura	Fecha de recolección	Días	Fecha trasplante
			Con	Sin	Viva	Muerta	Seco	Húmedo				
HACIENDA VIEJA	6	23	8	15	21	2	6	17	14/03/2014	13/03/2014	374	15/03/2014
CHUACUS	2	4	3	1	4	0	3	1	03/07/2013	14/03/2014	254	00/01/1900
SAN JERONIMO	2	8	5	3	6	2	2	6	02/07/2013	26/02/2014	239	00/01/1900
LA ESPERANZA	3	10	5	5	9	1	5	5	04/07/2013	12/03/2014	251	00/01/1900
U. LANDIVAR	4	30	19	11	28	2	18	12	09/07/2013	25/02/2014	244	00/01/1900
LAS VICTORIAS	1	1	1	0	1	0	0	1	08/07/2013	10/03/2014	245	00/01/1900
BOQUICAR	1	5	5	0	5	0	4	1	08/07/2013	25/02/2014	232	00/01/1900
EFA	1	10	9	1	10	0	7	3	08/07/2013	11/03/2014	246	00/01/1900
LIQUIDAMBAR	2	7	7	0	7	0	5	2	10/07/2013	11/03/2014	244	00/01/1900
SAN ANTONIO (BOSH)	1	5	0	5	5	0	1	4	11/07/2013	28/02/2008	232	00/01/1900
LABOR DE CASTILLA	2	6	1	5	5	1	2	4	15/07/2013	21/03/2014	249	00/01/1900
AGROFORESTAL LA COLINA	4	18	5	13	17	1	3	15	19/07/2013	27/02/2014	223	00/01/1900
<b>TOTALES</b>	<b>29</b>	<b>127</b>	<b>68</b>	<b>59</b>	<b>118</b>	<b>9</b>	<b>56</b>	<b>71</b>				

Hasta la fecha de marzo 2014 se encontraban un total de 27 acodos vivos (cuadro 13) de los 127 trasplantados esto obedece a que el tiempo de corte en algunos casos se alargó y por lo mismo la raíz dejó de ser funcional debido a que ya no tuvo espacio ni los nutrientes necesarios para sobrevivir, dependiendo directamente de la planta padre aun al ser cortados con acículas vivas no sobrevivieron al trasplante.

**Cuadro 13. Cuadro resumen de acodos aéreos trasplantados que se encuentran vivos marzo 2014.**

Procedencia	FAMILIA	No. Acodos vivos	Raíz		Acícula		Sustrato		Tipo sustrato trasplante bolsa	Días desde su establecimiento hasta corte	Días después trasplante 05/05/2014
			Con	Sin	Viva	Muerta	Seco	Húmedo			
HACIENDA VIEJA	2	1	1	0	1	0	0	1	Broza/sustrato	251	51
HACIENDA VIEJA	5	2	2	0	2	0	2	0	Sustrato	236	67
SAN JERONIMO	21	1	1	0	1	0	1	0	Brosa	239	67
LA ESPERANZA	27	6	4	2	6	0	4	2	Broza/sustrato	251	51
U. LANDIVAR	29	3	3	0	3	0	3	0	Broza/sustrato	244	51
U. LANDIVAR	30	3	3	0	3	0	3	0	Broza/sustrato	244	51
U. LANDIVAR	32	4	4	0	4	0	4	0	2 SUS/2 BRO	244	67
BOQUICAR	35	1	1	0	1	0	1	0	Sustrato	232	67
EFA	36	5	5	0	5	0	5	0	Broza/sustrato	246	51
LABOR DE CASTILLA	44	1	0	1	1	0	0	1	Broza/sustrato	249	63
<b>Totales</b>		<b>27</b>	<b>24</b>	<b>3</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>4</b>			

### 3.6.4. Evaluación

AL finalizar la actividad se conto con el trasplante de 127 de los acodos aéreos que se encontraban en optimas condiciones así como la evaluación de los mismos.

## SERVICIO 6

### 3.7. Colecta de Púas Maduras.

La colecta de púas maduras se realizo en dos fases en época seca (marzo, mayo 2013) y época de lluvia (julio 2013) con la finalidad de poder utilizar este material proveniente de plantas padre maduras para la producción de individuos nuevos por medio del método asexual de injertos.

### **3.7.1. Objetivos**

#### **A. Objetivo General**

Colecta de material vegetal para la producción de nuevos individuos.

#### **B. Objetivos Específicos**

- i. Identificar las mejores púas para ser injertadas de los ejemplares seleccionados.
- ii. Colecta y transporte de las púas para poder ser injertadas.

### **3.7.2 Metodología**

#### **A. Criterios utilizados para la selección del material vegetal**

Las púas recolectadas utilizadas para los injertos se seleccionaron en base a los siguientes criterios:

- a. Ubicación: Encontrarse en las ramas comprendidas dentro de la parte superior de la copa del árbol.
- b. Grosor de la púa: Estar comprendidas dentro de los rangos de 0.7 a 1 centímetro de diámetro.
- c. Tipo de púa: Únicamente púas vegetativas.
- d. Largo de la púa: Medir 20 cm de largo sin presentar ninguna ramificación.

#### **B. Preparación del material vegetal para el transporte**

Después de la obtención de púas, se prepararon las mismas para el transporte de la siguiente manera:

- a. Se envolvieron en hojas de papel periódico, luego fueron colocadas en hieleras para mantener la temperatura y a la vez evitar daños al momento de ser transportadas.
- b. Para evitar la deshidratación de las púas recolectadas se agregó agua limpia al papel periódico de tal forma que este permaneciera húmedo durante el traslado hasta el vivero en donde se injertaron.
- c. Cada muestra colectada fue identificada previamente con el número de árbol, fecha de colecta y finca

### 3.7.3. Resultados

Se efectuó la colecta de un total de 2,660 Púas provenientes de las distintas familias evaluadas (Cuadro 14) durante las dos Fases realizadas en 2013.

No. Fase	Fecha	Puas colectadas	Puas injertadas
I	marzo/mayo 2013	1285	560
II	jul-13	1375	664
<b>Totales</b>		<b>2660</b>	<b>1224</b>

**Cuadro 14. Total de púas maduras colectadas y transportadas a Pilonos de Antigua para ser injertadas.**



**Figura 24. Ejemplo de las púas seleccionadas.**

### 3.7.4. Evaluación

Al finalizar la fase de colecta se injertaron 1224 plantas con las púas maduras colectas. Correspondiendo estas al 46.02 % del total. Este porcentaje se debió a que solo se injertaron las púas que en su momento se consideraron aptas en base a las características que presentaban las plantas a injertar.



## SERVICIO 7

### 3.8. Elaboración de guía práctica para elaborar injertos en *Pino maximinoi* H.E.

#### Moore.

En base a las distintas metodologías evaluadas de injertación de púas en la planta patrón y a los resultados obtenidos se elaboro una metodología y/o guía práctica para la elaboración de los injertos.

#### 3.8.1. Objetivos

##### A. Objetivo General

Elaboración de una guía práctica para la elaboración de injertos de pino.

##### B. Objetivos Específicos

Describir la metodología utilizada que brindo mejores resultados de prendimiento en la elaboración de injertos.

#### 3.8.2. Metodología

Se evaluaron las distintas metodologías evaluadas a lo largo de las 3 fases de elaboración de injertos, tomándose la que presento mejores resultados de pegue.

#### 3.8.3. Resultados

Se preparó la planta patrón de la misma especie *P. maximinoi* durante un periodo de 10 meses. Se obtuvo el material vegetativo (Púas) y este se injerto tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. La enjertación de púas de los árboles clase 1 de *Pinus maximinoi* H. E. Moore se inició con la preparación y ubicación de las plantas patrón en el vivero de Pilonos de Antigua ubicado en Antigua Guatemala, Guatemala.
- b. La planta patrón fue producida en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) y luego fue trasladada a Pilonos de Antigua en donde se trasladó a bolsas de polietileno más grandes de 8''x 14''x 3''milésimas ya que la planta venia en bolsa de 3''x 6''x 2'' milésimas y con una edad de 6 meses. Luego se acondicionaron para poder obtener plantas de 1 a 1.5 centímetros de grosor en el tallo y una altura de 0.75 a 1 metro al momento de injertar.

- c. Para realizar la injertación las púas se trasladaron al vivero hasta un máximo de 2 días transcurridos después de colectadas, dependiendo del área en la que se encontraban.
- d. La selección del patrón a injertar fue en base al diámetro de la púa a utilizar.(Figura 25)



**Figura 25. Ejemplo de selección de patrón a utilizar para el injerto.**

- e. El tipo de injerto utilizado fue de corona, iniciando con el despatronado a una altura desde el cuello de la planta a unos 60 a 75 centímetros dependiendo del grosor de la púa que se injerto (Figura 25). Empleando para ello un tijera podadora.
- f. Después de despatronar la planta, se prepararon las púas a injertar, de 7 a 10 centímetros de longitud. En el extremo opuesto del meristemo apical de ésta se efectuaron dos cortes paralelos longitudinales de 1 centímetro.(Figura 26)



**Figura 26. Forma del tipo de corte en la púa a injertar.**

- g. En la parte superior de la planta despatronada se realizó una incisión de 1 cm de longitud similar al corte de la púa.(Figura 27)



**Figura 27. Incisión realizada al patrón decapitado.**

- h. Inmediatamente después de preparar la púa la persona encargada del injerto la inserto en el corte vertical realizado en la planta patrón, uniendo con ello la púa y el patrón. (Figura 28)



**Figura 28. Inserción de la púa en el patrón de *P. maximinoi*.**



- i. Luego se procedió a realizar el vendaje del injerto con vitafil (Figura 29), iniciando el mismo a 1 centímetro arriba de la zona de injertación (parte superior) y terminando a 1 centímetro por debajo de la misma zona.



**Figura 29. Vendaje de la púa incrustada en el patrón.**

- j. Al terminar de realizar el vendaje se cubrieron las púas de las plantas injertadas con una bolsa transparente de polietileno (Figura 30), con el fin de proveerle humedad y evitar que se acumule agua y está a su vez provoque la muerte de la misma.



**Figura 30. Colocación de bolsa de polietileno transparente al injerto terminado.**

- k. Concluida la enjertación, se identificaron con una etiqueta conteniendo el código del árbol, fecha de corte de púa y de enjertación.
- l. Treinta días después de injertada la planta se le retiro la bolsa transparente de polietileno.
- m. Finalmente se obtuvo la planta injertada, observándose el prendimiento del injerto después de los 60 días.(Figura 31)



**Figura 31. Púa injertada pegada.**

#### **3.8.4. Evaluación**

Se cumplió con la descripción paso a paso de la metodología que brindo mejores resultados de prendimiento en las plantas patrón injertadas con el material procedente de las plantas madre maduras.

### **SERVICIO 8**

#### **3.9. Colecta de semilla**

La colecta de semilla se llevo a cabo en los ejemplares seleccionados, aunque algunos no se les pudieron coleccionar debido a que al llegar al área esta ya había madurado.

##### **3.9.1. Objetivos**

###### **A. Objetivo General**

Obtención de semillas para la reproducción sexual de nuevos individuos.

###### **B. Objetivos Específicos**

- i. Recolectar semillas de los ejemplares seleccionados.
- ii. Beneficiar las semillas recolectadas.

### 3.9.2 Metodología

Para la recolección de las semillas se visitaron y monitorearon las áreas en las cuales se encontraban los ejemplares para encontrar el momento óptimo en el cual se encontraban listas para poder ser colectadas y beneficiadas.

Luego de monitorearlas se programo la colecta conjuntamente con los escaladores. Los cuales al llegar a la copa del ejemplar con la ayuda de una vara se cortaron los estróbilos femeninos (conos). Mientras que en la parte baja se observaban en donde caían para su posterior recolección. Todos los conos colectados del mismo ejemplar se colocaron en costales los cuales eran debidamente rotulados con la fecha de corte, ejemplar y numero de conos colectados.

Luego de ser colectados se trasladaron a las instalaciones de Pilonos de Antigua en Antigua Guatemala en donde se colocaron en bandejas a la sombra para poder secarlas. Cuando los conos estaban completamente abiertos se colecto la semilla en bolsas plásticas previamente identificadas.

Al finalizar se procedió a pesar cada una de las bolsas para poder obtener el peso de la semilla. Posteriormente se limpio la semilla de todas las impurezas que tenia (basura, piedras, palitos, ala de la semilla, etc.) dejando solo semilla la cual fue pesada nuevamente, se fotografió y se tomaron los datos necesarios para poder sacar porcentaje de pureza.

### 3.9.3. Resultados



**Figura 32. Izquierda: Ejemplo del proceso de secado de los conos. Derecha: Ejemplo de conos y semilla con ala.**



**Figura 33. Ejemplo de semilla de *Pino maximinoi* H. E. moore beneficiada.**

Se logro coleccionar semilla de 42 familias (Cuadro 15 y 16) y estas a su vez son representativas de 13 procedencias. Tambien se logro determinar que poseen en promedio un 56.85 % de pureza.

**Cuadro 15. Familias a las cuales se colecciona semilla, asi como la cantidad de gramos por familia con la que se cuenta.**

Procedencia	Familia	Peso de 50 semillas	% de Pureza	Semillas por 1 gr.	semilla por Kg	Gramos por fam.
Labor de Castilla	43	0.37	43.86	136	136000	12.50
San Antonio	47	0.47	50.67	95	95000	3.80
Planes de Zorzoya	52	0.60	58.62	71.5	71500	5.10
Planes de Zorzoya	53	0.50	61.73	116.5	116500	55.00
Agroforestal la Colina	54	0.73	54.40	62	62000	55.00
Agroforestal la Colina	55	0.57	56.87	101	101000	231.50
Agroforestal la Colina	56	0.53	44.16	106	106000	88.40
Agroforestal la Colina	58	0.27	54.55	187	187000	0.60
EFA	62	0.50	70.24	96.5	96500	11.80

**Cuadro 16. Continua familias a las cuales se colecto semilla, así como la cantidad de gramos por familia con la que se cuenta.**

Procedencia	Familia	Peso de 50 semillas	% de Pureza	Semillas por 1 gr.	semilla por Kg	Gramos por fam.
Hacienda vieja	2	0.57	52.10	89	89000	16.10
Hacienda vieja	3	0.50	57.78	111.5	111500	13.00
Hacienda vieja	5	0.50	57.53	106	106000	8.40
Hacienda vieja	6	0.23	50.00	191	191000	0.80
Hacienda vieja	7	0.60	51.28	65.5	65500	6.00
Chuacus	8	0.43	48.29	130	130000	11.30
Chuacus	9	0.30	60.35	172	172000	13.70
Hacienda vieja	10	0.60	58.20	82.5	82500	18.10
Hacienda vieja	11	0.77	65.02	65.5	65500	13.20
Hacienda vieja	12	0.20	56.41	211	211000	4.40
Hacienda vieja	13	0.50	60.24	111	111000	10.00
Hacienda vieja	14	0.70	82.50	59	59000	3.30
Hacienda vieja	15	0.43	57.83	135.5	135500	4.80
Hacienda vieja	16	0.30	57.89	103	103000	1.10
Ramones	18	0.47	44.83	213.5	213500	1.30
San Jerónimo	19	0.40	60.10	106.5	106500	23.80
San Jerónimo	20	0.27	62.89	201	201000	6.10
San Jerónimo	21	0.40	62.14	105.5	105500	8.70
San Jerónimo	24	0.50	58.90	96.5	96500	4.30
La Esperanza	26	0.40	54.46	119.5	119500	6.10
La Esperanza	27	0.40	50.67	130	130000	3.80
La Esperanza	28	0.40	50.00	119	119000	4.10
Universidad Landivar	29	0.57	53.85	100	100000	4.90
Universidad Landivar	30	0.63	53.14	68.5	68500	9.30
Universidad Landivar	31	0.50	74.42	94.5	94500	3.20
Universidad Landivar	32	0.63	45.83	106.5	106500	1.10
Las Victorias	34	0.63	47.40	82	82000	9.10
Boquicar	35	0.77	51.85	59	59000	1.40
EFA	36	0.63	58.42	112	112000	11.80
EFA	37	0.63	67.86	90.5	90500	1.90
El Liquidambar	38	0.30	50.00	166	166000	0.30
El Liquidambar	39	0.33	38.22	163	163000	8.60
San Antonio Bosh	40	0.30	60.00	98.5	98500	0.30

### **3.9.4. Evaluación**

Se cumplió con el objetivo de recolección de semilla de los ejemplares que poseían así como también del beneficiado de la misma (figura 32 y 33). El cual quedo debidamente etiquetado y preparado para poder ponerlo a germinar y con ello poder realizar las pruebas de germinación pertinente para poder tener datos de porcentajes de germinación y con ello calcular el número de conos necesarios para poder establecer los huertos de progenie.

## **SERVICIO 9**

### **3.10. Replanteo del proyecto**

#### **3.10.1. Objetivos**

##### **C. Objetivo General**

Replantar el proyecto en base a las actividades y experiencias tenidas a lo largo del año 2013.

##### **D. Objetivos Específicos**

- i. Formular el cronograma de actividades para el año 2015.
- ii. Formular el presupuesto proyectado para cubrir las actividades del año 2015.

#### **3.10.2 Metodología**

En base a las experiencias y conocimientos adquiridos a lo largo del año 2013 en la ejecución del proyecto se planificaron las actividades pertinentes en cada una de las etapas tanto de recolección de semillas como de hechura y colecta de acodos. Así mismo se utilizo como base los costos cubiertos para cada una de las actividades ejecutadas en el proyecto a lo largo del año 2013 como referencia para los proyectados para continuar con la ejecución de lo proyectado para el año 2015.

#### **3.10.3. Resultados**

En el cuadro 17 se muestra el resumen detallado de cada una de las actividades en el periodo correspondiente de ejecución así como el total anual por rubro. Necesitando para

la ejecución del proyecto en el año 2015 un total aproximado de Q. 146,265.00. Dentro de este presupuesto se tiene destinado por actividad:

- i. Recolección de semilla e identificación de ejemplares Q. 42,325.00
- ii. Hechura de acodos Q. 41,220.00
- iii. Recolección de acodos Q.37,220
- iv. Acto de premiación Q. 25,500.00



Cuadro 17. Presupuesto de ejecución Proyecto *Pino maximinoi* año 2015

DESCRIPCIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL
<b>ACTIVIDADES ESPECIALES</b>													
Premiación												Q 16,000.00	Q 16,000.00
Acto de premiación												Q 9,500.00	Q 9,500.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 25,500.00</b>	<b>Q 25,500.00</b>
<b>COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES</b>													
Semilla		Q 2,875.00											Q 2,875.00
Selección de ejemplares			Q 3,000.00										Q 3,000.00
Acodos						Q 2,875.00	Q 2,875.00				Q 2,875.00	Q 2,875.00	Q 11,500.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 2,875.00</b>	<b>Q 3,000.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 2,875.00</b>	<b>Q 2,875.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 2,875.00</b>	<b>Q 2,875.00</b>	<b>Q 17,375.00</b>
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>													
Material		Q 500.00	Q 100.00			Q 1,600.00	Q 1,600.00						Q 3,800.00
Equipo		Q 1,050.00	Q 4,750.00			Q 800.00							Q 6,600.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 1,550.00</b>	<b>Q 4,850.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 2,400.00</b>	<b>Q 1,600.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 10,400.00</b>
<b>TELEFONIA MOVIL</b>													
Telefono		Q 100.00	Q 150.00			Q 100.00	Q 100.00				Q 100.00	Q 100.00	Q 650.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 100.00</b>	<b>Q 150.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 100.00</b>	<b>Q 100.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 100.00</b>	<b>Q 100.00</b>	<b>Q 650.00</b>
<b>VIATICOS</b>													
Hospedaje		Q 6,000.00	Q 5,100.00			Q 6,000.00	Q 6,000.00				Q 6,000.00	Q 6,000.00	Q 35,100.00
Pasajes		Q 490.00	Q 490.00			Q 490.00	Q 490.00				Q 490.00	Q 490.00	Q 2,940.00
Alimentacion		Q 4,845.00	Q 4,275.00			Q 4,845.00	Q 4,845.00				Q 4,845.00	Q 4,845.00	Q 28,500.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 11,335.00</b>	<b>Q 9,865.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 11,335.00</b>	<b>Q 11,335.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 11,335.00</b>	<b>Q 11,335.00</b>	<b>Q 66,540.00</b>
<b>OTROS GASTOS</b>													
Caja Chica		Q 300.00	Q 300.00			Q 300.00	Q 300.00				Q 300.00	Q 300.00	Q 1,800.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 300.00</b>	<b>Q 300.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 300.00</b>	<b>Q 300.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 300.00</b>	<b>Q 300.00</b>	<b>Q 1,800.00</b>
<b>SERVICIOS TÉCNICOS Y MANO DE OBRA DIRECTA</b>													
Técnico		Q 2,000.00	Q 2,000.00			Q 2,000.00	Q 2,000.00				Q 2,000.00	Q 2,000.00	Q 12,000.00
Escalador		Q 2,000.00	Q 2,000.00			Q 2,000.00	Q 2,000.00				Q 2,000.00	Q 2,000.00	Q 12,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 4,000.00</b>	<b>Q 4,000.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 4,000.00</b>	<b>Q 4,000.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 4,000.00</b>	<b>Q 4,000.00</b>	<b>Q 24,000.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 20,160.00</b>	<b>Q 22,165.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 21,010.00</b>	<b>Q 20,210.00</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q -</b>	<b>Q 18,610.00</b>	<b>Q 44,110.00</b>	<b>Q 146,265.00</b>



**Cuadro 18. Cuadro resumen de actividades para el proyecto de *Pino maximinoi* H. E. moore**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>MES</b>	<b>AÑO</b>	<b>No. DE DÍAS</b>	<b>PERIODO</b>
<i>Colecta de semilla</i>	<i>Feb.</i>	<i>2015</i>	<i>17</i>	<i>17Feb. - 15Marz.</i>
<i>Selección de ejemplares</i>	<i>Mar.</i>	<i>2015</i>	<i>15</i>	
<i>Hechura de acodos</i>	<i>Jun.</i>	<i>2015</i>	<i>17</i>	<i>17Jun. - 15Jul.</i>
	<i>Jul.</i>	<i>2015</i>	<i>15</i>	
<i>Colecta de acodos</i>	<i>Nov.</i>	<i>2015</i>	<i>17</i>	<i>17Nov. - 15Dic.</i>
	<i>Dic.</i>	<i>2015</i>	<i>15</i>	

#### **3.10.4. Evaluación**

Se cumplió con los objetivos planteados al final se obtuvo el presupuesto de ejecución proyectado para el año 2015 así como el cronograma de actividades.